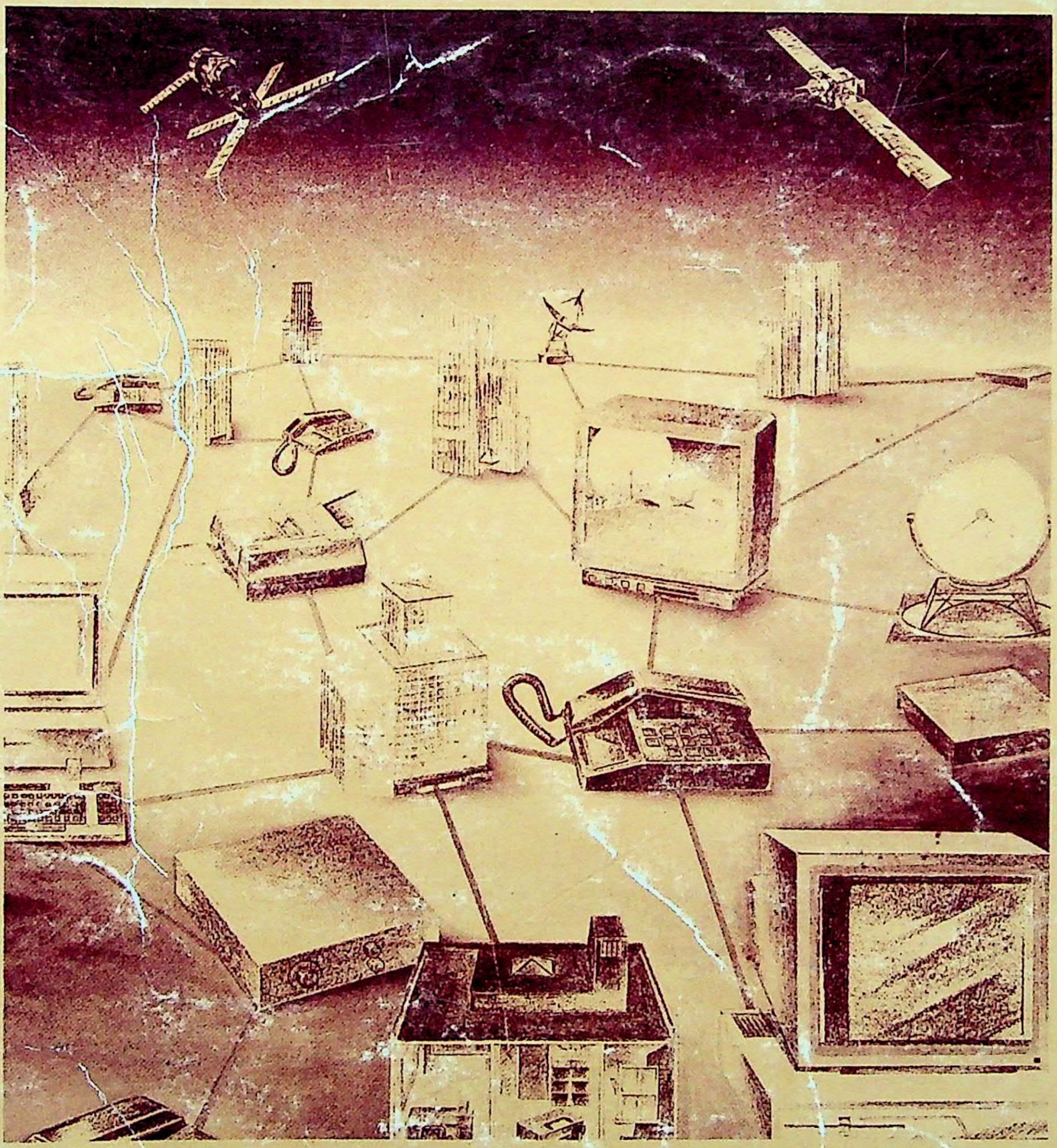
# תקשוב

## תקשורת מחשבים



רוזליה בינס

הועבר מספריית
אוניברסיטת חיפה

1000-1302-5400

TK5105.5.B48 1992 C.2
בינס, רוזליה
תקשוב

0546849

546849

# תקשוב

## תקשורת מחשבים

אוסף מאמרים שפורסמו בשנות התשעים

מהנדסת

**רוזליה בינס**

**אקדמון**

בית־ההוצאה של הסתדרות הסטודנטים
של האוניברסיטה העברית בירושלים

ירושלים תשנ״ב

TK
5105.5
.B48
1992
copy 2

אוניברסיטת חיפה
הספריה

©
כל הזכויות שמורות למחברת

הספר מוקדש
באהבה למשפחתי:
קרול, מריאנה, מאיר, עדי, ז'ני ובטי
ולזכר הורי האהובים:
בטי ומנדל קוז'וקרו.

## על המחברת

גב' רוזליה בינס (M.Sc.) – מהנדסת מדופלמת באלקטרוניקה ותיקשורת, נולדה בסוליצה – רומניה.
למדה בפוליטכניקה – בוקרשט ועבדה כמהנדסת, מהנדסת בכירה ומהנדסת ראשית בבוקרשט, במכון למחקר, פיתוח ותכנון, בתקשורת ובאוטומציה תעשייתית.
במקביל, פירסמה בין היתר, מאמרים בתחום האלגברה הלוגית.
עלתה ארצה ב–1971 ומאז עובדת במשרד התקשורת, ירושלים, בתיכנון, מחקר ופיתוח; מפרסמת מאמרים בתחום התקשורת המודרנית, מעבירה קורסים בתחום הזה באוניברסיטה העברית בירושלים, באוניברסיטת חיפה ובמכללות: "הדסה", "בזק", "אורט", "דויד ילין"; מרצה בפורומים מקצועיים גבוהים: באוניברסיטת תל־אביב, לשכת המהנדסים, איל"א חו"ל, וכו'; חברה בארגונים מקצועיים של המהנדסים ועיבוד אינפורמציה; קבלה ב–1989 ציון לשבח מטעם איל"א, על תרומתה לפיתוח התקשוב בישראל.

## שר התקשורת

בס"ד

### <u>פתח דבר</u>

### <u>מאת שר התקשורת - הרב רפאל פנחסי</u>

התקשוב מאפיין כיום את שיאי ההתפתחות הטכנולוגית בתחום התקשורת, המשולבת במערכות מידע ממוחשבות המגיע במהירות לכל מקום נדרש. ההתפתחות המהירה של התקשוב בשנות ה-90 מחוללת שינויים מהפכניים בכלים העומדים לרשות החברה האנושית.

משרד התקשורת רואה את תפקידו כאחראי ליישום מערך תקשורת לאומי למחשבים וכסמכות לקביעת תקנים טכניים ויישום משטרי תקשורת, כאחד מתפקידיו החשובים. כמו כן תומך המשרד ומקדם את המחקר והפתוח של תשתיות ויישומי תקשוב חדשניים.

מדיניות המשרד בתחום התקשוב מצטיינת בגישה ליברלית למתן רשיונות לשרותי תקשוב מגוונים, וזאת בעקבות יישום ההפרטה של הטלקומוניקציה במדינת ישראל.

ארועים גדולים וחשובים שהתחוללו בארץ ובעולם בשנה האחרונה כמלחמת המפרץ, נפילת מסך הברזל במזרח אירופה והעליה רבת ההיקף מצפון, דרום ומערב, מחייבים הערכות מחודשת ושידוד מערכות בתחום שרותי הטלקומוניקציה והתקשוב, להן אחראי משרד התקשורת.

הספר "תקשוב" הוא ראשון מסוגו בארץ ומהווה פעילות חלוצית של אחת העובדות הוותיקות במשרד התקשורת - המהנדסת רוזליה בינס.

אקוה שהספר יתרום ללימוד ולהבנה של נושאי התקשוב בישראל.

בברכה,

רפאל פנחסי
שר התקשורת

בזק החברה הישראלית לתקשורת בע"מ

# פתח דבר

בהיות חברת בזק אחראית להפעלת מערכות תקשורת מתוחכמות עם טכנולוגיות חדישות היא מודעת לחשיבותו של "התקשוב" בישראל.

המעבר מתשתית אנאלוגית לספרתית, מהווה צעד ראשון לקראת פיתוחם ושילובם של שרותים חדשים בתחומי התקשורת והמדע.

רשתות ספרתיות לדיבור ולתקשורת נתונים דוגמת ישראנת וספרנת, מהווים בסיס רחב ואיתן להפעלת מערכות משולבות למתן שרותי תקשורת בעלי ערך מוסף.

הספר "תקשוב" בשפה העברית יסייע לאנשי תקשורת ומחשבים ולמפעילי מערכות בקבלת מידע מגוון על השרותים שניתן להפיק בתחום התקשוב.

ברכותי לבית ההוצאה "אקדמון" על יוזמתו להוציא לאור את הספר "תקשוב" של המחברת הגבי רוזילה בינס.

יצחק קאול

המנהל הכללי

# "תקשוב"

## תקשורת מחשבים, תקשורת מודרנית

**הקדמה**

הספר "תקשוב" שלפניך, הוא פרי מחקר יישומי ופיתוח תקשורת מודרני, שברובו הייתי בין מקימיה, יוזמיה ומפתחיה, בעבודתי במשרד התקשורת.
בעשור האחרון, ראו אור מאמרי בתחום הנ"ל, שרובם מופיעים בספר, כחלק מהפעילות שלי לקידום התקשורת בארץ.

השתתפותי בעבודות המדען הראשי של משרד התקשורת - לפי יוזמתי - להחדרת המודעות על רשתות תקשורת מקומיות, כאמצעי תקשורת מתקדם (התחלת העשור הקודם); עבודתי במסגרת ועדת ההיגוי לתקשוב (תשתית) של משרד התקשורת ומשרד המדע והפיתוח; פעילותי בועדת התקינה לתיקשוב של המכון לתקינה הישראלי - שבו העליתי את הצורך לתקינה עבור השפה העברית וכו' תרמו רבות להעשרת התוכן של מאמרי.

היותי מרצה באוניברסיטאות ירושלים וחיפה ובמכללות "הדסה", "בזק", "אורט", "דוד ילין" ובמסגרות שונות נוספות, כמו לשכת המהנדסים, איל"א וכו' עזרה לי לגבש וליישם את המאמרים.

ההתעניינות הרבה של הקוראים במאמרים אלה, הביאו לרעיון להוציא לאור את הספר "תקשוב".

הספר הוא בין־תחומי; בתקשורת מודרנית יש חפיפה בין טכנולוגיה תקשורתית להעברת דיבור, נתונים, טקסטים ותמונות (סטטיות ונעות), מבוססת מחשבים.
השילוב ידוע בשם: Broadband and Narrowband Integrated Services Digital Networks – (B)ISDN; (N)ISDN.

המאמרים עוקבים אחרי הפיתוחים בעולם ובארץ. הנושא "תקשוב" הוא חלק מ"מהפיכת המידע" המאפיין את זמננו, כפי שפעם היתה "מהפיכת התעשייה".
שיחק לי מזלי להיות גורם פעיל ב"מהפיכה" הזאת, שבעצם היא "פיתוח" ("evolution") המשתרעת לאורך שנים רבות ובהם ההתפתחויות הטכנולוגיות הביאו לשינויים במדיניות בתקשורת ולהיפך.

המשימה שלקחתי על עצמי הייתה לתת תמונה רחבה ככל האפשר על האפשרויות

והמגבלות העומדות בפני מתכנני ומשתמשי רשתות תקשורת, מחשבים ושירותים.
המשימה לא היתה קלה; היא דרשה ודורשת בדיקת קשת רחבה של סיפרות מקצועית בתחום התקשורת ומחשבים, מעקב ועידכון על הנעשה בארץ ובעולם ובנוסף לתת גם ביטוי על השינויים בתחומי המדיניות וחקיקה, בענייני תקשורת בארץ, כגון: מעבר ממונופול ממשלתי לליברליזציה, הפרטה, תחרות (Liberalization, Privatization, Deregulation); שינויים במזרח אירופה והשפעותיהם על פיתוח התקשורת; המלחמה במפרץ הפרסי, העליה הגדולה מברית המועצות ואתיופיה והשפעותיהם בארץ בתחום התקשורת וכו'.
המבט לעתיד, נותן כמה מהפיתוחים הנראים לעתיד הקרוב, בלי שיהיה לזה כיסוי שלם.

הספר מחולק ל: מבוא, חמישה פרקים ושני נספחים.

**במבוא** – המאמרים דנים על ההתפתחויות בתקשורת בתחום הטכנולוגי, שירותים ומדיניות בארץ.

**בפרק I** – המאמרים דנים על רשתות המבצעות באופן חלקי או בשלמות את התפקידים של ISDN, אמצעי תווך תקשורת חדישים, כגון: תקשורת לווינית לשידור ואינטראקטיבית, תקשורת בסיבים אופטיים, טלוויזיה בכבלים, טלפון נייד סלולרית (התאית), וכו'.

**בפרק II** – מתמקדים המאמרים על רשתות תקשורת מקומיות ואזוריות (מטרופוליטניות) שהם מהווים חוליה חשובה ברשתות תקשורת לשירותים משולבים, בפס־רחב.

**בפרק III** – מתרכזים המאמרים על שירותים בעלי ערך מוסף (Value Added Services V.A.S.) שחלקם כבר התפתחו גם בארץ.

**בפרק IV** – עם הפנים למזרח אירופה, המאמרים דנים על תקשורת, מידע ומזרח אירופה בדרך לדמוקרטיה, סיכויים וסיכונים.

**פרק V** – שולח מבט לעתיד.

**בנספח I** – המאמרים נותנים את הקשר בין תקשורת אנלוגית לתקשורת ספרתית.

**בנספח II** – מספר מהעדויות האחרונות על הערכת תרומתי בקידום התקשורת בארץ.

הספר מיועד לסטודנטים בכל רמות הלימוד ובתחומים שונים, לאנשי תקשורת ומחשבים ומעצבי מערכות, למנהלים בארגונים שונים, לאנשי עסקים המעוניינים לקבל מידע על מיגוון האפשרויות העומדות לפניהם, וכו'.

להבנת הספר, אין צורך בידע קודם. בסיס וידע באלקטרוניקה, מחשבים ותקשורת, יכולים רק להרחיב את ההבנה.

בהוצאת הספר ברצוני להודות ל:
**מלכה ומייק שניר**, שאיפשרו לי לראשונה לפרסם את מאמרי בחוברות משרד הביטחון: "קשר ואלקטרוניקה" ו"קשר, אלקטרוניקה ומחשבים" (שלצערי, הופסקו).

**ארון פלמון**, עורך ראשי של המגזין "מחשבים" שהשקיע וממשיך להשקיע מאמצים לפרסום רוב מאמרי, המופיעים בספר.

**ניצה כוכבי**, עורכת דו־שבועון "רשת מחשבים".

**מהנדס יעקב זיו**, סמנכ"ל ויועץ לשעבר בחברת "בזק" שעודד אותי לכל אורך הדרך וקיבל בעין יפה את תרומתי לקידום התקשורת בארץ.

**ד"ר יהודה קלע**, מדען ראשי (לשעבר) במשרד התקשורת, שהתעניין בעבודתי ובתרומתי לנושא רשתות תקשורת מקומיות ונתן לי גיבוי להוציא דו"ח מסכם.

**פרופ' אמנון ברק**, מהאוניברסיטה העברית בירושלים, שעימו קיימתי מספר לא קטן של שיחות בנושאי רשתות תקשורת מקומיות, לקראת תואר דוקטור שלי.

**פרופ' יהודה גולדשטיין**, מהאוניברסיטה העברית ירושלים, שנתן לי את האפשרות לפתח מול הסטודנטים שלו, קורס "תקשוב" הראשון מסוגו, המבוסס על החומר שבספר.

**מר יצחק שונרי**, מנהל מחלקת ההוצאה לאור "אקדמון", שבלעדיו הספר לא היה רואה אור.

רוזליה בינס

## מבוא – התפתחויות בתקשורת בארץ, בשנים האחרונות

1. "מדיניות משרד התקשורת עם מבט לעתיד" ("רשת מחשבים" - גיל. 129, 130 ספט'/אוק' 1989 1

2. "ליקוטים, פרשנויות ועידכונים מסקירת שר התקשורת, על פעולות משרדו לשנת 1987/1988" ("מחשבים" גיל. 89 דצמ' 1988; גיל. 90, ינואר 1989) 3

3. "טכנולוגיה, תחיקה ומדיניות במשרד התקשורת" (על בסיס נאומו של שר התקשורת בכנסת (18.5.87) על סקירת פעולות משרדו לשנת 1986/87. ("מחשבים" גיל. 73, יולי 1987) 8

4. "שר התקשורת על תקשורת הנתונים" – ליקוטים ופרשנויות על נאומו של שר התקשורת בכנסת (25.2.86) על סקירת פעולות משרדו לשנת 1985/86. ("מחשבים" גיל. 58, אפריל 1986) 10

## פרק I – לקראת שירותים משולבים: פיתוחים בארץ – רשתות ציבוריות ופרטיות

1. "BISDN – ISDN, שניים ביחד וכל אחד לחוד" ("רשת מחשבים" גיל. 145, מאי 1990) 12

2. ISDN – "רשתות תקשורת ספרתיות לשרותים משולבים" ("מחשבים" גיל. 1990, ינואר 1989) 15

3. "רשתות תקשורת לשירותים משולבים בישראל" ("מחשבים" גיל. 59, מאי 1986) 19

4. Israel's Packet-Switched Network "ISRANET" (Telecommunications – Horison House. August 1986) 21

5. "ישראנת" – רשת תקשורת ציבורית להעברת נתונים בישראל ("קשר, אלקטרוניקה, מחשבים", גיל. 197, נובמבר 1985, משרד הביטחון) 23

6. "מיתוג מנות ושירות ישראנת" ("מחשבים", גיל. 42, דצמבר 1984) 26

7. "רשתות הפועלות בתקשורת מנות" ("קשר ואלקטרוניקה", גיל. 164, 165, דצמבר 1980/ינואר 1981, משרד הביטחון) 30

8. "סיפרנת" ("קשר, אלקטרוניקה ומחשבים", גיל. 88, נובמבר 1988, משרד הבטחון) 37

9. "רשת סיפרנת – לתקשורת נתונים מתקדמת" ("מחשבים" גיל. 61, מאי 1986) 41

10. "טלוויזיה בכבלים וחקיקה בארץ" ("מחשבים" – גיל. 93, יוני 1989) 44

11. "טלוויזיה בכבלים וטלוויזיה למנויים" ("מחשבים" גיל 92, אפריל/מאי 1989) 47

12. "טלוויזיה בכבלים בארץ – יוצאת לדרך", ("רשת מחשבים" גיל. 13, יולי 1989) 49

13. "תקשורת מחשבים וטלוויזיה בכבלים (טל"ד) ("מחשבים" גיל. 91 – פברואר/מרץ 1989) 51

14. "טלוויזיה בכבלים בפס־רחב ואינטראקטיבית" ("מחשבים" גיל. 71, 1987) 54

15. "טלוויזיה בכבלים ותקשורת נתונים" ("מחשבים" גיל. 64, אוקטובר 1986) 59

16. "אנטנות קטנות (צלחות) לתקשורת לווינית" ("מחשבים" גיל. 68, ינואר 1987) 64

17. "קולות מן החלל" – לוויני תקשורת ("אנשים ומחשבים", גיל. 43, אוקטובר 1986) 67

18. "פלא־פון", טלפון רדיו סלולרי (התאי) הנייד, טלפון העתיד בזמן הווה ("אנשים ומחשבים", גיל. 54, אפריל 1987) 70

19. "מרכזיות אוטומטיות פרטיות" – מא"פ ("מחשבים", גיל. 83, יוני 1988) 72

20. "תמסורת בסיבים אופטיים" ("קשר ואלקטרוניקה", מס' 158, 159, 160, יוני–יולי־אוגוסט, 1980, משרד הביטחון) 75

21. "לוויני תקשורת ותקשורת לווינית" חלק א' – התפתחויות ומושגי יסוד ("מחשבים" גיל. 94 ספטמבר 1989) 83

22. "לוויני תקשורת ותקשורת לווינית" חלק ב' – המצב בארץ ובאזורנו ("מחשבים" גיל. 96, דצמבר 1989) 87

23. "יש חדש תחת לשמש" – ממסר טלוויזיה נייד, באמצעות שירות לוויני פנים ארצי – ("רשת מחשבים" גיל. 120, מאי 1989) 89

24. "Israel's Cable TV and Pay-TV overlay Network" ("International Journal of Digital and Analog Cabled Systems" April-June 1989, Vol.2 Nr. 2 – Wiley and Sons) 91

25. "טלוויזיה לווינית" ("מחשבים" גיל. 99, מרץ 1990) 97

26. "שילוב רשתות טלוויזיה ברשתות תקשורת" ("מחשבים" גיל. 100, אפריל 1990) 100

27. "רשתות טלוויזיה בכבלים (טל"ך) לא לשידורי טלוויזיה בלבד" (חשמל ואלקטרוניקה", גיל 21, נובמבר 1990, אגודת המהנדסים והאדריכלים) 103

28. "תקשורת אופטית – כפר עולמי סיפרתי" ("מחשבים" גיל. 104, אוגוסט 1990) 106

29. "תקשורת לווינית ותקשורת אופטית, שניים ביחד, בשלום ובמלחמה" ("מחשבים" גיל. 112, אפריל 1991) 108

## פרק II – רשתות תקשורת מקומיות (רת"מ) ואזוריות (רת"א)

### חוליה חשובה ברשתות תקשורת לשרותים משולבים בפס רחב
### (BISDN – Broadband Integrated Services Digital Networks)

1. "המשרד הממוחשב" ("מחשבים" גיל. 84, יולי 1988) 112

2. "מקומן של רשתות תקשורת מקומיות" ("מחשבים" גיל. 47, מאי 1985) 115

3. "סיווג רשתות תקשורת מקומיות" ("מחשבים" גיל. 45, מרץ 1985) 119

4. "תקנים ופרוטוקולים לרשתות תקשורת מקומיות" ("מחשבים" גיל. 34, אפריל 1984) 124

5. "תקשורת אופטית – מושגים בסיסיים" ("מחשבים" גיל. 103, יולי 1990) 128

6. "סיבים אופטיים ורשתות תקשורת מקומיות"
(FDDI – Fiber Distributed Data Interface)
("מחשבים" גיל. 110, פברואר 1991) 131

7. "סיב־אופטי עד לבית המנוי" ("מחשבים" גיל. 111, מרץ 1991) 135

8. "רשתות תקשורת אזוריות" (רת"א) (Metropolitan Area Networks
M.A.N –) ("מחשבים" גיל. 107, נובמבר 1990) 138

9. "חדש בעיר – רשת תקשורת מטרופוליטנית" ("מחשבים" גיל. 115
יולי 1991) 139

## פרק III – שירותי תקשוב בעלי ערך־מוסף
## (Value Added Services)

1. "שירותי תקשורת לא־קוליים, חדשים" ("מחשבים" גיל. 37) 145

2. "Viewdata" – העברת נתוני חוזי באמצעות מערכת הטלפונים" ("קשר
ואלקטרוניקה", פברואר (7–6) 1982, משרד הבטחון) 150

3. "דואר אלקטרוני" ("קשר ואלקטרוניקה", מס' 180, אפריל 1983, משרד
הבטחון) 155

4. "משרד העתידי" – רשתות תקשורת מקומיות, מרכיב מרכזי
("מחשבים" גיל. 32, פברואר 1984) 158

5. "הכל (כמעט) אודות לטלטקסט"
("מחשבים" גיל. 54, דצמבר, 1985) 161

6. "טלטקסט וטלוויזיה בכבלים" ("מחשבים" גיל. 56, פברואר 1986) 165

7. "העברת תשלומים אלקטרוניים בנקודת מכירה" (עת"א־נק"מ)
(Electronic Funds Transfer at the Point-of-Sale, EFT-POS),
("מחשבים", מס' 72, יוני 1987) 167

8. "דואר אלקטרוני ותקן x400" ("מחשבים" גיל. 76, אוקטובר 1987) 171

9. "ועידות-וידיאו" (Videoconference) ("מחשבים" גיל. 77, נובמבר 1987) 175

10. "הטלטקס", טלקס-על("מחשבים" גיל. 79, ינואר 1988) 179

11. "פקסימיליה" ("מחשבים" גיל. 81, מרץ 1988) 183

12. "וידיאוטקס" ("מחשבים" גיל. 82, אפריל 1988) 187

13. "תקשורת מודרנית בארצות אירופה – לראות, לשמוע, לגעת" ("רשת מחשבים" גיל. 109, דצמבר 1988) 191

14. "התיקשוב העיסקי – שילוב מערכות ושירותים" ("רשת מחשבים", גיל. 114, פברואר 1989) 193

15. "תקשוב עיסקי בארץ – הלוטומט" ("רשת מחשבים", גיל. 115, מרץ 1989) 195

## פרק IV – עם הפנים למזרח אירופה

### תקשורת, מידע ומזרח אירופה בדרך לדמוקרטיה

1. "סיכויים ואפשרויות חדשות" ("רשת מחשבים", גיל. 153, מאי 1990) 197

2. "הקשר הישראלי-הונגרי" ("מחשבים" גיל. 132, נובמבר 1989) 198

3. "הקשר הישראלי-הונגרי" ("מחשבים" גיל. 101, מאי 1990) 199

4. "הקשר הישראלי-הונגרי" ("חשמל ואלקטרוניקה", גיל. 21, נובמבר 1990, לשכת המהנדסים והאדריכלים) 202

5. "בריה"מ, פולין, רומניה" ("רשת מחשבים", גיל. 146, 147, יוני 1990) 204

6. גרמניה המזרחית והונגריה" ("רשת מחשבים", גיל. 148, יוני 1990) 206

7. "צ'כוסלובקיה" ("רשת מחשבים", גיל. 155, ספטמבר 1990) 208

8. "בריה"מ" ("רשת מחשבים", גיל. 159, 162, דצמבר 1990) 209

9. "פולין" ("רשת מחשבים", גיל. 170, אפריל 1991) 211

## פרק V – אחרית דבר – מבט לעתיד

1. "מהעידן התעשייתי – לעידן שירותי המידע" ("רשת מחשבים", גיל. 125, יולי 1989) 213

2. "העיר המתוקשבת – עיר העתיד" (חלק א' ו־ב') ("מחשבים", גיל. 87, 88,
ספטמבר, אוקטובר, נובמבר, 1988) 215

3. "הבית הממוחשב" ("מחשבים", גיל. 97, ינואר 1990) 219

4. H.D.T.V. – הטלוויזיה "היידפינישן" לא לטלוויזיה בלבד (High Definition
Television) ("מחשבים", גיל. 114, יוני 1991) 222

5. "ייעדי המועצה הלאומית לתקשורת ומידע" ("רשת מחשבים", גיל. 138, יוני 1990) 225

6. "Two 'B' or not two 'B'" "מחשבים" גיל. 119 אוקט' 91 227

## נספח I – מתקשורת אנלוגית לדיגיטלית ומדיבור לנתונים

1. "השפעת עיוותי ניחות וההשהייה הקבוצתית על העברת דיבור ונתונים באפיקי
תמסורת. ("קשר ואלקטרוניקה", גיל. 135, ינואר 1978, משרד הבטחון) 231

2. "השפעת רעשים על תמסורת דיבור ונתונים באפיקי ריבוב תדר" ("קשר
ואלקטרוניקה", מס' 151/7 נובמבר 179; 152/8 דצמבר 1979; 10–153/9–154
ינואר/פברואר 1980, משרד הבטחון) 238

3. "מבוא לקודי תמסורת" ("קשר ואלקטרוניקה", מס. 172, אוקטובר 1981,
משרד הבטחון) 249

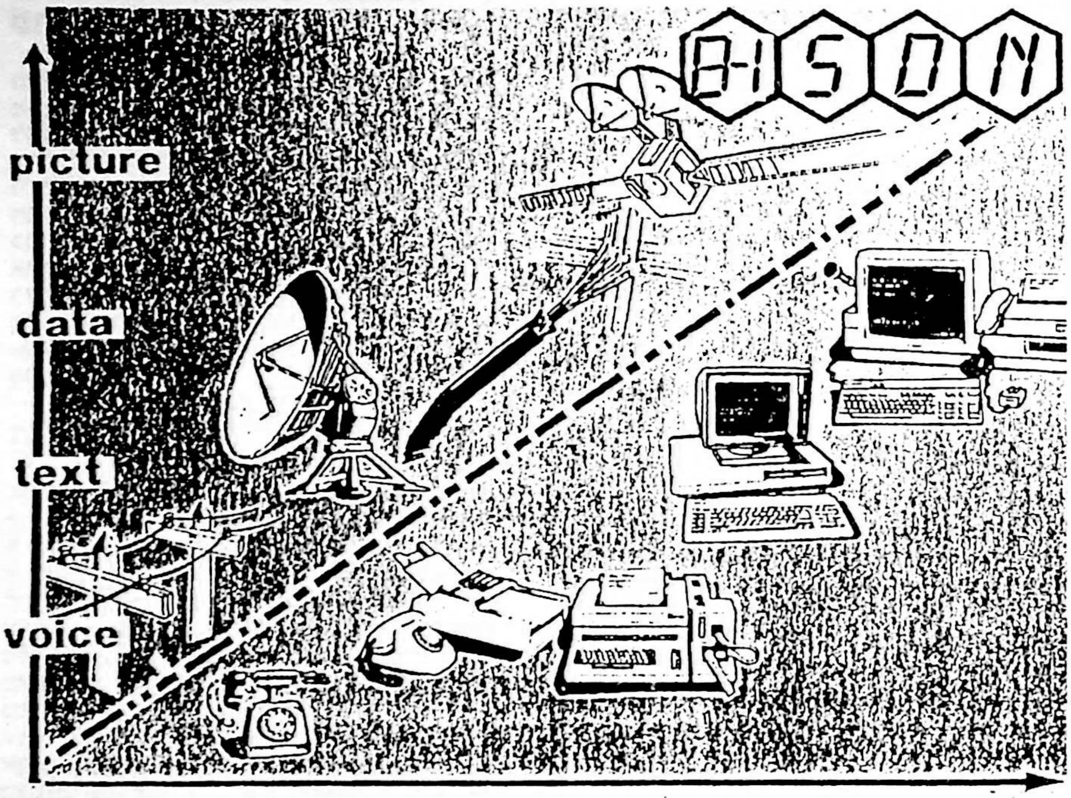
## נספח II – מספר מהעדויות האחרונות על הערכת תרומת המחברת בקידום התקשורת בארץ

1. מכתב תודה והערכה, שנת 1991 – אוניברסיטת תל־אביב. 255

2. מכתב תודה והערכה, שנת 1990 – איל"א.

3. ציון לשבח שנת 1989 – איגוד ישראלי לעיבוד אינפורמציה (איל"א).

# מדיניות משרד התקשורת עם מבט לעתיד




ציור מס׳ 1: שילוב של שירותים: דיבור, טקסט, נתונים, ותמונות, בקרוב גם אצלנו.

כבשנים קודמות, גם השנה סקר שר התקשרת את פעילות משרדו בשנים (89-88).
הסקירה כללה את מדיניות התקשורת בהווה, עם מבט לתקשורת העתידית במדינת ישראל.
השר הדגיש בסקירתו את פעילויות התקשורת בתחום השרותים האלקטרוניים:
״בשנים הקרובות צפויה התפתחות מהפכנית בתחום התקשורת האלקטרונית. בעתיד ינתנו שירותים משולבים: דיבור, נתונים ותמונות (ציור מס׳ 1). כמו כן, מיגוון השירותים לציבור המבוססים על תקשורת ומחשבים – תקשוב – כגון: שידורי טלוויזיה בכבלים, טלביזיה באמצעות לווין, תחנות רדיו אזוריות, שירותי וידיאו טקס, טלטקסט, דואר אלקטרוני וכד׳.
שירותים אלו יהוו גורם לשינוי משמעותי בדפוסי החיים ובשיטות הניהול והאירגון בהיקף משמעותי.

## השירותים האלקטרוניים אותם מעודד משרד התקשורת

### טלוויזיה בכבלים (טל״כ) ומינויים (טל״מ)

משרד התקשורת והמועצה לשידורים בכבלים פרסמו מכרזים למתן זכיונות לשידורי כבלים בארץ (טל״כ), ושידורי טלוויזיה באמצעות לווין למנויים (טל״מ). לצורך טל״כ הארץ חולקה ל־31 אזורים ופורסמו כבר המכרזים עבור כל האזורים
עבור 19 אזורים כבר פורסמו שמות הזוכים במכרזים, והנותרים יוכרזו עד סוף השנה.
הקריטריונים לזכיונות מתבססים בין השאר על: יכולת כספית וארגונית, ידע ונסיון מקצועי, תעריפים ואיכות מערך השידור, בדיקה ואישור תוכניות הנדסיות ועוד.

### תקשורת באמצעות לווין

שידורי טלוויזיה באמצעות לווין למנויים בתשלום (PAY-TV), מהווים הפצת ערוץ טלוויזיה נוסף (הערוץ השלישי). השידורים יהיו מוצפנים, ומיועדים למנוי שבביתו ימצא מפענח שיכול לקלוט את התוכניות.
המכרז לטלוויזיה למנויים פורסם ב־27.7.89, ומבחינה כספית הזכייה מסתכמת ב־50 מליוני דולרים. (להבטחת הצעתו, בעת הגשת ההצעה, חייב היזם להמציא ערבות בנקאית בסך 500,000 ש״ח צמודים למדד)
תוכניות הטלוויזיה באמצעות הלווין יועברו דרך לווין בין לאומי INTELSAT ($E\ 359^0$) שעליו הושכרו טרנספונדרים ע״י המדינה (עד שיהיה בחלל לווין ישראלי עמוס 1 ו־2 המתוכננים לשנת 1993).

## פעולות נוספות בתחום התקשורת הלוונית:

האירגון הבין לאומי לתקשורת לווינית קבועה ׳INTELSAT׳ החליף עבור מדינת ישראל את לווין התקשורת שבו נמצאים שלושת ׳הטרנספונדרים׳ הנותנים שירות לישראל, בלווין F12-INTELSAT 5A, שאורך חייב ארוך יותר מהלווין הקודם ב־5 שנים.
כמו כן, משרד התקשורת ממשיך בעבודות תיאום ובדיקה של אופציות הלווין הישראלי ׳עמוס׳, ויחד עם חב׳ ׳בזק׳ וחברת ׳אפיקי תקשורת׳, נבדקות אפשרויות העברת שידורי הטלוויזיה באמצעות הלווין.
בתחום העברת נתונים, מתבצעות בדיקות לשירותים פנים ארציים באמצעות הלווין, במהירות של 64,000 סיביות לשנייה.

### תחנת הממסר לשידורי ׳קול אמריקה בערבה׳

בשנת 1988 נחתם חוזה בין ממשלות ישראל וארה״ב, לתכנון תחנת הממסר של ׳קול אמריקה׳. התכנון הוא בהיקף של כ־14 מליון דולר, ואמור להסתיים בשנת 1989. מהצד הישראלי משתתפת חברת ׳תומר׳, שהיא יחידת סמך במשרד התקשורת, וחברת INTERNATIONAL BROADCAST)IBS SYSTEMS), שהינה חברה פרטית שלא למטרות רווח, שהוקמה על ידי המימשל האמריקאי לניהול הפרוייקט.
תחנת הממסר ׳קול אמריקה׳ בערבה תופעל ע״י שתי רשויות שידור עצמאיות:

- BOARD OF INTERNATIONAL BROADCASTING – BIB, שהינה סוכנות פדרלית עצמאית של ממשלת ארה״ב, בעלת תקציב שנתי המשמש להפעלתה של רשת השידור ׳רדיו אירופה החופשית׳ ו׳רדיו החירות׳.
- ׳קול אמריקה׳ – (VOICE OF AMERICA) VOA, הנמצאת באחריות סוכנות המידע האמריקאית המפעילה מערכת שידורים כלל־עולמית.

למינהלת הפרייקט ׳תומר (תחנת ממסר רדיו) תפקידים בתכנון התחנה, הקמתה והפעלתה.

### ערוץ 2 ורדיו מקומי

במשרד התקשורת פועלת מזה ארבע שנים מינהלת הקמה של הרשות השנייה לטלוויזיה ורדיו. פעולות מינהלת ההקמה מתמקדות בשלושה נושאים מרכזיים והם:

- ליווי וסיוע בהליך חקיקת חוק הרשות השניה לטלוויזיה ורדיו.
- תכנון והכנת תשתית לרשות השניה, שתוקם לאחר השלמת החקיקה.
- הפעלת שידורי הנסיון בערוץ ־2.

הנושא המרכזי בו עוסקת המינהלת הינו תכנון מערך המשדרים תוך הקצאת תדרים לשידורי ערוץ־2. בשל מצוקת תדרי הרדיו בישראל, הוכנה מערכת מיחשוב ייחודית לתכנון מערך המשדרים להפצת שידורי ערוץ־2. מערכת זו מסייעת בהקצאת תדרי הרדיו מצד אחד

ולהשקעה מינימלית מצד שני. עיקרי התכנון לפריסת המשדרים ברחבי הארץ, יתבצעו במהלך שנת העבודה 1989/90. במקביל בודק המשרד אפשרות להגדיל במהלך השנה את מערך משדרי ערוץ־2.

## שירותים אלקטרוניים בעלי ערך מוסף

בנוסף לשירותים הבסיסיים שצויינו קודם, משרד התקשורת העניק השנה רשיונות לעשרות שירותי טלקומוניקציה מתקדמים בעלי ערך מוסף (VALUE ADDED SERVICES) כגון: וידיאוטקס, דואר אלקטרוני, עיבוד מסרים קולי ועוד.

כמו כן קבלה אישור רשת התקשורת הבין־אוניברסיטאית ומכוני המחקר ('בינת' BINET), רשת תקשורת וידיאופון, הורכבה רשת הטלפון התאי ('פלא־פון') כשמספר המנויים גדל מ־2000 מנויים בשנת 1986 ללמעלה מ־7000 מנויים היום.

## תוכניות לעתיד

מבחינת התוכניות לעתיד, יש לציין את יוזמתו של השר שהכין הצעה להקמת מרכז לאומי לחקר הטלקומוניקציה שאבן הפינה שלו הונחה בימים אלה. מרכז כזה, בהכוונת משרד התקשורת ירכז את הפוטנציאל המחקרי הקיים במוסדות השונים בתחום המחקר היישומי, טלקומוניקציה וטכנולוגית המידע. המרכז יוקם באחת האוניברסיטאות או מכוני המחקר בארץ.

כמו כן מינה שר התקשורת צוות היגוי ל־INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS - ISDN בראשות המדען הראשי. הצוות יהיה ממונה על תאום התכנון והפעילות של גופי הטלקומוניקציה וישלב ביניהם בעידן ה־ISDN (ציור מס' 1)

לצורך קביעת מדיניות מערך התקשורת הלאומית מונה צוות סיוע טכני ע"י שר התקשורת בראשות המדען הראשי שהיגש כבר נייר עבודה. בעבודת הצוות נטלו חלק נציגי משרד התקשורת התעשיה, חברת 'בזק, רשות הדואר, צה"ל ומשרד התקשורת.

נושא התקשוב זוכה בימים אלה לתשומת לב מיוחדת במשרד התקשורת. הוקמה יחידה לתקשוב (תקשורת מחשבים) אשר בין תפקידיה:

- קידום נושא התקשוב בממשלה, בתעשיה ובמוסדות השונים.
- להוות מוקד לתקשוב לגורמים ציבוריים.
- דירבון פעילות התקנים בתחום הובלת פרוייקטים נבחרים וכו'.
- נבחנת כדאיות הקמת מערכת וידיאוטקס ממשלתית למתן שרותי מידע מעודכנים הדרושים למספר גדול של עובדי מדינה, ולשיפור רמת ואיכות ביצוע התפקידים.

כן תבחן היחידה לתקשוב היבטים שונים כגון: אבטחת מידע במערכות ציבוריות.

## פעילויות נוספות

קיימת פעילות בתחומים נוספים רבים כגון:

- חקיקה ראשית ומשנית בתחומי הטלקומוניקציה והדואר, קביעת עמדת מדינת ישראל באמנה הבינלאומית לטלקומוניקציה, בדיקת השפעת התפתחות הטלקומוניקציה המודרנית על מערכת החוקים הקיימת במדינת ישראל.
- פיקוח על חברת 'בזק
- פיקוח על 'רשות הדואר'

## חברת 'בזק'

חברת ה'בזק' שהוקמה בשנת 1984 דיווחה כי בסוף שנת 1988 פעלו במערכת הטלפון 1,472,000 קווים ישירים, 16,066 טלפונים ציבוריים, 9370 קווים מיוחדים אנלוגיים להעברת נתונים, 1400 קווים ספרתיים ברשת 'ישראנת' – מיתוג מנות, כ־1815 קווים ספרתיים ברשת 'ספרנת' – ללא מיתוג ועוד.

מתוך קווי הטלפון הקיימים, התקינה חברת 'בזק' בחומש הראשון לקיומה 631,000 קווי טלפון, שמתוכם 138,900 קווים חדשים בשנה שעברה, 399 מרכזיות פרטיות, 1186 קווי העברת נתונים, 97 קווי 'ישראנת', 1207 קווי נתונים ב'ספרנת', 579 קווי טלקס ועוד.

מבחינת ציוד התקשורת 32.4% ממנו הינו ספרתי. בשנה שעברה הושחלו כ־3250 ק"מ כבלים מסוגים שונים ברשת המקומית, ברשת הבינעירונית הושחלו 332 ק"מ סיבים אופטיים.

בקשר הבינלאומי הופעלו 425 אפיקים נוספים (ובסה"כ 2044 אפיקים לחו"ל) בכבלים תת־ימיים ובתקשורת לווינית.

פעילות החברה היא מגוונת, וכך גם השירותים הניתנים לציבור.

התקשוב, (תקשורת המחשבים) הינה אחת המשימות העיקריות שהציבה לעצמה חברת הבזק מאז הקמתה. זאת, כדי לייעל את עבודתה היא, וכן כדי לתת מגוון שירותים ממוחשבים לצרכן הפרטי ולספק את שירותי התקשורת של משתמשים שונים.

שירותי התקשוב שהחברה נותנת הם באמצעות תקשורת קרקעית וגם באמצעות תקשורת לוויינית פנים ארצית. כך ניתן להגיע לכל האזורים אף המרוחקים כמו אילת, יישובי הערבה והצפון, עם טלוויזיה ועם תקשורת נתונים ספרתיים.

הלוויין מאפשר קשר נוח בין מחשבי מפעלים שסניפיהם פזורים ברחבי המדינה.

שירותי תקשוב ניתנים ע"י ה'בזק' אף לגופים רבים בישראל המשתמשים בתשתית שלה כדי לתת ללקוחותיהם מגוון שירותי תקשורת ממוחשבת כגון: כספומטים, בנקאות ביתית, דואר אלקטרוני וכו'.

## רשות הדואר

רשות הדואר הוקמה באפריל 1987 כרשות סטטוטורית עצמאית למתן שירותי דואר.

לאחר שתי שנות פעילות ראשונות, הצליחה 'רשות הדואר' להגיע להישגים ניכרים בתחומים שנקבעו כיעדי־העל של השירות, שביניהם רמת השירות לציבור הן מבחינת זמן העברת הדואר והן בגיוון הפעילות.

שידוד המערכות שעברה רשות הדואר, מהווה מודל חיקוי לדרך שבה יש לייעל גוף ממשלתי שהתאפיין במשך שנים רבות בגירעון כבד, שרותים לקויים, ו'עקומות' יורדות בתחומי התפוקה, ההשקעה וכח האדם. השינוי שחל ברשות הדואר משמש כיום תמריץ להחשת תהליכי הפרטה במגזרי משק נוספים, ומהווה זרז להשלמת תהליך ההפרטה ברשות הדואר עצמה" אמר השר.

בנוסף לשיפור השירותים הקיימים, בשירותים המהירים חלה מהפיכה ממש, כאשר ביניהם:

- תאי טלקס ציבוריים: מ־3 מוקדים לשיגור טלקס ל־48 מוקדים, כאשר 15 מהם עברו תהליך מיחשוב, מה ששיפר גם את השירות ואיפשר לתחנות אלו להפוך לתחנות דואר אלקטרוני.
- פקסימיליה: מספר המוקדים בהם ניתן לקבל שירותי פקסימיליה לארץ ולחו"ל גדל מ־32 ל־107 מוקדים.
- קשרי ה'פוסטפקס' (פקסימיליה מבית דואר לבית דואר) הבינלאומיים של ישראל הורחבו מ־27 מדינות ל־44 מדינות. (נתונים אלו הם בהשוואה לערב הקמת הרשות).
- שרותי האשנב השתכללו במגמה לצמצם את זמן ההמתנה בתור של הציבור. לפיכך חל שינוי קיצוני בתפיסה של תחנת העבודה בסניף ומעבר למיחשוב הסניפים. תחנות כאלה תותקנה בהדרגה בסניפי הרשות ויביאו את הרשות לרמה דומה לזו הנהוגה במדינות המערב.

המיכון והמיחשוב ברשות הדואר מתייחס גם לשירות הבנקאי ולמערכת הניהול.

- בשירות הבנקאי הוכנס מחשב חדש (NCR9600) המאפשר עיבוד עצמאי של מערך הסליקה הבנקאי, מה שהביא לשיפור מיידי במהירות העיבוד, הגדיל את האמינות ואת יכולת הגיבוי ואיחזור המידע. כל אלה תוך כדי צימצום ההוצאות הכרוכות בהפעלת המערכת.
- מיחשוב מערכת הניהול – הושם דגש על מיחשוב המערכת הלוגיסטית: תהליכי הרכש, ניהול המלאי וניהול רכוש. כמו כן הוחל בתהליך מיחשוב מאגר המידע של הרשות.

## 'פרוייקט שה"ם'

שירות העברת מסרים של רשות הדואר.

בהתאם לתוכנית ההפעלה, יוכלו בעלי ציוד קצה (דואר אלקטרוני, פקסימיליה, טלקס וכו') ליצור קשר פיזי או אלקטרוני עם חסרי ציוד קצה.

'פרוייקט שה"ם' יאפשר מתן שירות BULK MAIL ללקוחות גדולים שיעבירו נתונים הישר אל המתג המרכזי אשר יבצע את ההדפסה, עיטוף ומשלוח הדואר.

תוכניות רשות הדואר הן לפיתוח כל הענפים המאפשרים מתן שירות יעיל לציבור, ועסקים טובים עבור עצמה.

התוכניות כוללות בין היתר:

- פתיחת 14 מוקדי פקסימיליה ו־12 מוקדי טלקס חדשים
- הרחבת שירותי הפוסטפקס ל־15 מדינות נוספות (ציורים 3 ו־4)
- לצורך שיפור שירותי האשנב תבוצענה פעולות כגון: הרחבת מכירת מוצרים לא דואריים לסוכנויות דואר,הרחבת פריסת האוטומטים לממכר בולים ואסימונים, הנהגת 'אשנב לכל' ביחידות דואר נוספות במטרה לייעל את עבודת האשנבים, מתן אפשרות לגבית תשלומים באמצעים שונים (הוראות קבע, כרטיסי אשראי וכו').

כמו כן יונהגו שירותים חדשים כגון: מכירות באמצעות קטלוג, מתן שרותים למשרד הפנים, התחבורה (רשום העברת בעלות על רכב) וכו'.

בשירותי האשנב הבנקאיים ייערכו נסיונות לביצוע תשלומים באמצעות תיבות אדומות וצהובות – הרחבת מסגרת 'אשנבי העסקים', עידוד השימוש בהמחאות דחויות, בדיקה וניסוי לשימוש באמצעי תשלום חדשים – כרטיסי אשראי, כספומטים ומשיכת מזומנים בלא המחאות.

מאמצים מיוחדים מוקדשים של רשות הדואר מוקדשים לנושא מיחשוב ומיכון. לצורך זה תכפיל הרשות את אמצעיה הכספיים במסגרת תקציב ההשקעות.

"ההשקעה בתחום זה באה לאפשר מתן שירותים טובים יותר, מדוייקים ומהירים יותר, אך באותה מצבת כח האדם ולעיתים אף תוך כדי הקטנתה."

# אמצעי תקשורת חדשים

ליקוטים, פרשנויות ועדכונים מסקירת שר התקשורת, גד יעקבי, על פעולות משרדו בשנת 1987/8

"עידן מהפכת התקשורת מגיע אלינו, כשהוא מלווה בצמיחתם של ארגונים ואמצעי תקשורת חדשים: טלוויזיה בכבלים, קליטה ישירה מלוויינים, סיבים אופטיים, מיתוג ותמסורת ספרתיים. מדיניות משרד התקשורת היא אחת: לצעוד טכנולוגית ומדעית יחד עם המדינות המתועשות".

משרד התקשורת הוא משרד מטה האחראי להתוויית מדיניות, לקביעת יעדים, לייזום וקידום חקיקה, לבקרה, לרישוי ולעידוד התעשייה והמחקר בתחומי התקשורת. כפועל יוצא, הועברו שירותי הטלפון לחב' 'בזק', והוקמה 'רשות הדואר', ושניהם נמצאים באחריותו של שר התקשורת.

בתחומי אחריותו של משרד התקשורת נמצאים:

- מדיניות הפיתוח, קביעת סדרי העדיפויות, אכיפת החוקים, הרישוי, הפיקוח על חב' 'בזק' ורשות הדואר.
- מדיניות בקרה וקביעת תעריפים לשירות בזק ודואר.
- ניהול משק התדרים ורישוי האלחוט.
- קביעת סטנדרטים למערכות טלוויזיה בכבלים, בקרה ופיקוח על אופי שירותי טל"כ (טלוויזיה בכבלים) והתעריפים.
- הטיפול ברשת השניה לטלוויזיה ורדיו.
- פיתוח מערכות שידור לרדיו וטלוויזיה, ופיתוח מערך המשדרים להרחבת שירותי השידורים לציבור.

תעשיית התקשורת אינה היחידה הקשורה ותלויה במדיניות המשרד; אליה נוספים גורמים דוגמת אלה העוסקים בפיתוח תשתית התקשורת והעברת הנתונים, מחשבים ואלקטרוניקה.

שירותים חדשים, ובהם מערכות שידור וקליטה של טלוויזיה, וידאוטקס, טלטקסט, דואר אלקטרוני, בנקאות מרחוק, דפי זהב אלקטרוניים ופקסימיליה יהיו חלק מאמצעי המידע החדשים.

## מדיניות ארוכת טווח בתחום התקשורת

קווי מדיניות לטווח ארוך בתחום התקשורת כוללים השקעות של כ־2,770 מליון דולר לחמש השנים הקרובות, המתחלקים בין מספר גופים (בזק, רשות הדואר, טל"כ ועוד).

ההשקעות המתוכננות של חברת 'בזק' (1,544 מליון דולר) מיועדות לשיפור טיב השירות ואיכות התשתית, סגירת פער הביקוש, פיתוח שירותים חדשים והרחבת שירותי 'סיפרנת' ו'ישראנת' ופיתוח מערכות סיפרתיות לשירותים משולבים (-ISDN – INTE GRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS).

ההשקעות המתוכננות של רשות הדואר (120 מליון דולר) מיועדות לשיפור טיב השירותים הקיימים, העלאת הנגישות והזמינות של השירותים לציבור, פיתוח שירותים חדשים תוך שימוש בטכנולוגיות מתקדמות: שילוב של שירותים אלקטרוניים ושירותים פיזיים, דואר אלקטרוני ממוחשב, טלקס־פקס, שירותי הדפסה ועיטוף, דיוור ישיר, דואר מבוטח ושליחים, פיתוח מבנים, מרכזי חלוקה לתאים, מיכון, מיחשוב, ציוד קצה גם במקומות מרוחקים וכדומה.

לפיתוח הטלוויזיה בכבלים יושקעו כ־400 מליון דולר עבור 31 תחנות אזוריות. הסכום כולל הנחת תשתית ארצית, בניית אולפנים, רכישת ציוד שידור, תוכניות ומיחשוב.

השקעות של גופים אחרים: קול אמריקה – כ־300 מליון דולר בהקמת תחנת הממסר לשידורי רדיו 'קול אמריקה' ו'רדיו אירופה החופשית'; ציוד קצה בזק – כ־250 מליון דולר; ציוד תקשורת אלחוטי – כ־100 מליון דולר; שידורים לציבור (רדיו וטלוויזיה) – כ־30 מליון דולר; הקמת הרשת השניה והפעלת שידורי טלוויזיה למנויים באמצעות לווין – 30 מליון דולר.

## פעילויות משרד התקשורת

### שידורי טלוויזיה בכבלים (טל"כ)

לצרכי טל"כ חולקה הארץ ל־31 אזורים. משרד התקשורת, בשיתוף עם המועצה לשידורי כבלים פרסמו מכרזים עבור 21 אזורים למתן זכיונות לשידורי כבלים. יתר המכרזים אמורים להתפרסם במהלך שנת העבודה הנוכחית.

הצעות למכרזים הראשונים הוגשו במאי 1988 ופעם נוספת ביוני 1988. פרסום המכרזים התאפשר לאחר קבלת תיקון מס' 4 לחוק הבזק (התשמ"ו–1986) אשר מסדיר את הקמתן של מערכות לשידורי טל"כ ולמנויים. במשרד הוקם שירות לטלוויזיה בכבלים ולמנויים, שמתפקידו לפקח על התכנון, ההקמה והפעלת המערכות לשידורים בכבלים. כמו כן, מתפקידו של השרות לטלוויזיה בכבלים לבדוק כי כל תנאי הזכיון מתקיימים לרווחתם של הצרכנים.

בחלוקת הארץ ל־31 אזורים נלקחו בחשבון מספר קריטריונים: מרכז עירוני כנרעין לאזור ומסביבו מפוזרים ישובים; אחידות קהילתית של ישובי האזור; יחידה כלכלית בסיסית המהווה כ־40,000 בתי אב.

כל יזם יכול לזכות במכרז למספר בלתי מוגבל של אזורים. ההתמודדות לקבלת הזכיונות היא על בסיס תחרותי, אבל אין אפשרות שישתתפו בהם גופים ממשלתיים, חברות ממשלתיות ו/או תאגידים ממשלתיים.

לחב' 'בזק' תהא זכות להציע ליזמים את הנחת התשתית.

כל בעל זכיון חייב להקים באיזורו מרכז שידורים וקליטה. במרכז יימצא כל הציוד הטכני הדרוש לביצוע תנאי המכרז.

**ממאפייני רשת הטל"כ:**

הרשת תהיה חד־כיוונית לצורך העברת השידורים מהמרכז, ובעלת קשר דו־כיווני לשירותי בזק אחרים. מערכות הטל"כ שיוקמו יוכלו להעביר לפחות 24 אפיקי טלוויזיה ו־18 אפיקי רדיו סטריאופוניים, באיכות קליטה גבוהה. מוקדי התפעול של המערכות יוזנו ממוקדי קליטה שבהם יותקנו צלחות לקליטת שידורי לוויינים, וזאת בכפוף לקבלת אישורים מתאימים.

מקווים שבתוך שנתיים יסתיימו עבודות הרישות בכל אזורי הארץ, (ובכל מקרה לא יאוחר מתום שש שנים מהגשת המכרזים). מחיר ההתקנה ודמי המנוי יהיו אחידים בכל האזורים (למעט חריגים).

עד כתיבת המאמר זכו במכרזים לטלוויזיה בכבלים באזורים: פתח־תקוה, בת־ים וקרית־שמונה, ומצפים שבשבועות הקרובים יעניק שר התקשורת זכיונות נוספים.

הזוכים במכרזים הם משקיעים פרטיים שלהם מלוא היוזמה, ללא התערבות ממשלתית. כך מובטח לאזרח הישראלי חופש בחירת המידע, הרחבת מכלול המידע ותקשורת המונים, כפי שעוד לא היו במדינה.

### שידורי טלוויזיה למנויים בכבלים (טל"מ)

מכרז למתן זכיון להפעלת שידורי טלוויזיה למנויים באמצעות לווין(PAY-TV) היה אמור להתפרסם במאי 1988, אך עד כתיבת המאמר טרם פורסם.

שידורי הטלוויזיה למנויים בתשלום הם שידורים באמצעות לווין לכל אזורי הארץ, והמנוי מסוגל לקלוט ולצפות בשידורים תמורת תשלום חודשי (קיימות גם שיטות אחרות, כגון תשלום עבור זמן צפייה PAY-PER-VIEW). השידור מופץ באוויר בצורה מוצפנת, והקליטה נעשית באמצעות מפענח המותקן בבית המנוי.

שידורי טלוויזיה בתשלום יופצו גם באמצעות מערכות טלוויזיה בכבלים, באפיק מיוחד שיוקצה לכך על ידי בעל הזכיון לשידורי כבלים. מצפים שבכך ייבלמו המערכות הפיראטיות, יהיה עידוד להפקה ישראלית מקורית ואיכותית, מערכת שידורי הלווין תשולב במערכות הטלוויזיה בכבלים, וישראל תיכנס לעידן שידורי הלווין.

### רשות שנייה לטלוויזיה ורדיו

הרשות השניה לטלוויזיה ורדיו, שעל פי הצעת החוק מ־1986 תהיה רשות עצמאית, תופעל במסגרת רשת טלוויזיה ארצית, ו־10 תחנות רדיו מקומיות. רשות זו תפעיל את שידורי הטלוויזיה באמצעות בעלי זכיונות, אשר יממנו את שידוריהם באמצעות פרסומת מסחרית, ומועצה ציבורית שתפקח על תוכנם של השידורים. לאחרונה הוחלט שמינהלת ההקמה של הערוץ השני תמשיך בהפעלת שידורי ניסיון, עד לחקיקה בקריאה שניה ושלישית במליאת הכנסת (שנדחתה לכנסת ה־12). בתקופת הביניים, עד לחקיקת חוק הערוץ השני, שידורי הערוץ השני חייבים פיקוח של ועדה משותפת עם רשות השידור.

### תחנת הממסר לשידורי 'קול אמריקה' בערבה

תחנת הממסר לשידורי 'קול אמריקה' בערבה היא תחום פעילות משותף לארה"ב וישראל. בקיץ 1987 נחתם בוושינגטון בין נשיא ארה"ב ושר התקשורת הישראלי ההסכם להקמת תחנת הממסר לשידורי רדיו עבור 'תאגיד השידור' של ארה"ב.

תחנת הממסר 'קול אמריקה' תופעל בידי שתי רשויות שידור עצמאיות: BIB - BOARD OF INTERNATIONAL BROADCASTING ו־VOA - VOICE OF AMERICA. ה־BIB מפעילה את שידורי 'רדיו אירופה החופשית' ו'רדיו החרות'; ה־VOA מפעילה מערכת שידורים כלל־עולמית.

על פי החלטת הממשלה, הוקמה במשרד התקשורת מינהלת פרוייקט תחנת ממסר רדיו 'תמר', שמתפקידה לטפל בתכנונה, הקמתה והפעלתה של התחנה.

ההשקעה בפרוייקט זה נאמדת בכ־300 מליון דולר, שתמומן ע"י ממשלת ארה"ב; בנוסף לכך, יעבירו האמריקאים לממשלת ישראל סכומי כסף שבחלקם יהיו מיועדים לפיתוחם ולתועלתם של יישובי הערבה.



שר התקשורת גד יעקובי, ומנכ"ל רשות הדואר יצחק קאול עם נכבדי כפר מנדא ביום פתיחת בית הדואר בכפר, כחלק מפעולת משרד התקשורת לשיפור שירותיו.

## ניהול ספקטרום התדרים

מרחב הספקטרום האלקטרו־מגנטי הוא אחד המשאבים המוגבלים והוא מנוצל באופן אינטנסיבי וצפוף. הצרכים הגדולים נגזרים ממשק מודרני מחד גיסא, ומאידך גיסא מהצרכים הגדולים של מערכת הביטחון. בעיות נוספות נובעות מקשיי התאום עם הארצות השכנות, ובגלל התפשטות הגלים באזור.

משרד התקשורת אחראי על חלוקתו הצודקת של המשאב היקר הזה לדורשים. המעקב אחר הקצאות התדרים והרישוי החל לפני כשנתיים במערכת ממוחשבת מתקדמת.

בניהול הספקטרום מתחשבים גם באילוצים נוספים: ייעול מתמיד של ניצול הספקטרום; טכנולוגיות חדשות; רישוי שרותים חדשים, וצמצום ואפילו ביטול שרותים בזבזניים; אכיפה ופיקוח מתמיד על הנעשה בספקטרום, ועוד.

השימוש בתדרים בארץ קשור ישירות גם למרחב הבינלאומי; התיאום נעשה על ידי ארגונים בינלאומיים העוסקים בכך.

## תקשורת לוויינית ימית ואווירית – אנמרסט

מדינת ישראל הצטרפה השנה כחברה בארגון הבינלאומי 'אנמרסט'. תקשורת שכזו מאפשרת שילוב בקשר בין ים, אויר ויבשה ואמצעי תחבורה אחרים בתקשורת לוויינית מתקדמת.

## טלוויזיה למנויים באמצעות לוויין

בשנת העבודה הנוכחית אושרו והוכנו תחומי תדרים ואמצעים טכנולוגיים מתקדמים למתן שירות טלויזיה והפצתו באמצעות מערכת M.D.S. מדובר בערוץ טלויזיה שלישי למנויים (מוצפן). רק מנויים שבידיהם מכשיר מפענח, יוכלו לקלוט תוכניות אלה.

## מערכת טלפון תאי – פלא־פון

רשת הטלפון האלחוטי התאי, הידוע בשם 'פלא־פון', הרחיבה את מספר מנוייה מכ־2000 מנויים ב־1986 לכדי 5000 מנויים. הורחבה המגמה לאפשר כיסוי כלל ארצי של המערכת.

## תקשורת מחשבים – תקשוב

בתקשורת המודרנית, תחום התקשוב הוא נושא מהותי, חשוב ובעייתי. הממשלה הטילה על משרד התקשורת את האחריות ליישום מערך לאומי לתקשורת מחשבים, והעניקה את הסמכות לקבוע תקנים טכניים ליישום משטר־תקשורת.

כדי לבצע משימות אלה החל משרד התקשורת להערך לביצוע המלצות 'ועדת ההיגוי לתקשוב', שמונתה ע"י הממשלה, על ידי הקמת יחידת התקשוב שתהיה אחראית לנושאים כגון:

- קביעת תקנים וסטנדרטים לתקשורת ממוחשבת;
- עדכון והעמקת המיחשוב בשירות הממשלה;
- הקמת רשת תקשורת נתונים אחידה;
- התאמת מערכת מאגרי המידע הממשלתיים;
- קביעת התנאים לפיתוח מערכת משרד ממוכן במשרדי הממשלה.

## הכבל התת ימי השלישי

בגלל גידול מתמיד בתקשורת הבינלאומית של ישראל, הצטרף משרד התקשורת בפברואר 88 לקונסורציום המורכב מ־16 ארגונים העוסקים בתקשורת, אשר מייצג 10 מדינות. מטרת הקונסורציום להניח כבל תת־ימי בין שלוש מדינות באגן המזרחי של הים התיכון (ישראל, טורקיה ויוון) לבין איטליה.

הכבל התת־ימי הראשון הונח בין ישראל וצרפת ב־1966, הכבל השני – בין ישראל ואיטליה ב־1970, ועתה, כאמור, מתוכנן הכבל התת־ימי השלישי.

הכבל החדש מבוסס על טכנולוגיה מתקדמת ביותר, בתמסורת ספרתית ובסיב אופטי. הקיבולת ההתחלתית היא 1562 אפיקי טלפון, וניתן להגדילה בהשקעה קטנה יחסית.

חלקה של ישראל בכבל הוא כ־23%, כשמחצית מכך בבעלות משרד התקשורת ומחצית בבעלות חברת בזק. ס"כ עלות הכבל – 97 מליון דולר.

## 'אפיקי תקשורת'

חברת 'אפיקי תקשורת' (א.ת.) הוקמה ב־1985 כחברה בבעלות משותפת למדינת ישראל/משרד התקשורת ולחברת בזק.

הצורך להקים את החברה נובע מתוקף תפקידו של משרד התקשורת, האחראי לתיאום עם המדינות והארגונים הבינלאומיים העוסקים בנושא תקשורת לוויינים. כמו כן פועלת החברה לקידום האופציה ללוויין תקשורת ישראלי.

התקשורת הלוויינית משמשת להעברת שידורי טלויזיה, שיחות טלפון ונתונים – הן ברשת הבינלאומית והן ברשת הארצית. משרד התקשורת מטפל ברישוי, בבקרה, בפיקוח ובקביעת סטנדרטים לקליטת שידורי טלויזיה מלוויינים.

חברת 'אפיקי תקשורת' מתמחה במתן שירותי הנדסה, תכנון וייעוץ בתחום תקשורת לוויינים פנים־ארצית, ותמסורת טלויזיה דרך לוויין. החברה משתתפת בתכנון פרוייקטים של משרד התקשורת, כמו טלויזיה בכבלים וטלויזיה למנויים באמצעות לוויין, ונותנת שירותי ייעוץ ותכנון לקראת שירותים לווייניים עתידיים, הן למשרד התקשורת והן לחברת בזק ולגורמי תעשייה ושירותים במגזר הפרטי והציבורי.

בין השירותים החדשים העתידיים נימנים:

- קליטת תוכניות מלוויינים בחו"ל
- תקשורת לוויינים ימית ונײדת
- בחינת אפשרויות ללוויין תקשורת ישראלי

## משרד התקשורת – חקיקה

בתחום החקיקה, פעל משרד התקשורת בשנת העבודה 1987/8 לקידום ויזום חקיקה ראשית ומשנית בתחום התקשורת, חברת הבזק ורשות הדואר.

בתחום החקיקה הראשית, פועל המשרד ל:

- השלמת חקיקת חוק הרשות השניה לטלויזיה ורדיו (1986).
- תיקון מס' 5 לחוק הבזק (1987) – הצעת החוק התקבלה בכנסת באמצע שנת 1988. חוק זה כולל השלמות לחוק הבזק ולתיקון מס' 4 לחוק, ובעיקרם פרטים שלא נחזו בעת הכנת החוק המקורי, כגון: מתן אישורי סוג לציוד קצה; מתן סמכויות מוגדרות בעניין רישוי ציוד קצה; העברת סמכויות לחברת הבזק המבצעת את הקמת פיתוח ואחזקת תשתית הבזק בישראל.
- תיקון לפקודת הטלגרף האלחוטי (נוסח חדש)–1988. המשרד הגיש לממשלה תזכיר חוק לתיקון פקודת הטלגרף האלחוטי, כדי למנוע שידורי לוויין בשפה העברית מחו"ל לישראל ללא פיקוח המדינה.

בתחום חקיקת משנה

- טלויזיה בכבלים ולמנויים: המשרד פרסם בשנת 1988 5 סדרות חקיקת משנה לענין טלויזיה בכבלים, במטרה להסדיר את פרסום המכרזים, מפרטי תחנות השידור ומתן הזכיונות לטלויזיה בכבלים ולמנויים וכן לקבוע את כללי השידורים בתחנות הכבלים.
- תקנות הטלגרף האלחוטי (1987): תקנות אלה נכנסו לתוקפן באפריל 1988. בתקנות המיועדות לרשיונות, תעודות ואגרות, פושטו ההליכים למתן רשיונות ותעודות לתחנות טלגרף אלחוטי, ונקבעו ארבעה סוגי אגרות בהתאם לסיווגים חדשים, לעומת עשרות סוגי אגרות שהיו בעבר.
- חברת 'בזק' – תקנות הבזק: ריבית פיגורים והוצאות גביה (ספטמבר 1987); התקנות מיועדות להסדיר את שיעורי הריבית והוצאות הגביה שחברת בזק רשאית לגבות ממנויים; כמו־כן, ב־1988 בתקנות הבזק לתשלומים בשל שרותי בזק, נקבעו דרכי ההצמדה ועיגול סכומי התשלומים לחברת הבזק.
- רשות הדואר: רשות הדואר הוקמה ב־31.3.1987, ועל פי העקרונות שבחוק רשות הדואר, הוכנו תקנות המסדירות תשלומים בעד שירותי הרשות, כללים לקביעת נציג נבחר מקרב עובדי הרשות כחבר מועצה, דרכי השירות הבולאי, והיקף האחריות לדברי דואר פנים.
- תיקונים: המשרד פעל לבצע תיקונים בתקנות הבזק השונות, וכן פורסמו תקנות לשינוי תעריפי חברת הבזק ושירותי רשות הדואר.

# אמצעי תקשורת חדשים
## חלק ב'

ליקוטים, פרשנויות ועדכונים מסקירת שר התקשורת, גד יעקבי, על פעולות משרדו בשנת 1987/8

### קטעים מסקירת פעילותה של חברת 'בזק'

'בזק' – החברה הישראלית לתקשורת, הוקמה בפברואר 1984 ושנה לאחר מכן הפכה להיות חברה עסקית עצמאית הנחשבת לאחת החברות הגדולות בישראל.

בזק מעסיקה כיום כ־9,000 עובדים, ובשנת העבודה 1987 עמד לרשותה תקציב תפעול שנתי של כ־700 מיליון דולר ותקציב פיתוח של 292 מיליון דולר. החברה מפעילה תשתית מורכבת, הכוללת כ־1.39 מיליון קווי טלפון מחוברים, 6,420 קווי טלקס, 8,200 קווי העברת נתונים, 1,330 קווי ישראנת ו־14,900 טלפונים ציבוריים. חברת בזק תשקיע בשנת 1988 342 מיליון דולר מתקציבה בפיתוח ותשתית. כ־30% מתקציב החברה בשנת 1987 הועברו לממשלה בצורת תמלוגים, דיווידנדים, מיסים ותשלומים אחרים (סך של כ־237 מליון ש"ח).

עם הקמתה בפברואר 1984, היתה החברה זקוקה לתקופת התארגנות, ולכך בעיקר, הוקדשו שנת 1984/5 ותחילת שנת העבודה 1985/6. במסגרת תקופת ההתארגנות בוצע רה־ארגון מורכב וללא תקדים בהיקפו בשירותי הטלפון. שנת העבודה 1985/6 היתה למעשה השנה הראשונה בה תפקדה החברה כגוף עסקי עצמאי, אם כי בהיותה חברה ממשלתית, גם היא נפגעה עקב תכנית החירום הכלכלית והוראות הקפאה למיניהן. בשנת העבודה 1987 הוקדש עיקר המאמץ לצמצום תור הממתינים בכלל, והעדפה לכיסי הממתינים הוותיקים. זאת במקביל לעיבוי והרחבת המערכת, תוך המרה מתמדת של ציוד אנלוגי מיושן בציוד ספרתי חדש.

מדיניות שר התקשורת גורסת, כי חברת בזק תוכל לשגשג כדוגמת אחיותיה בארה"ב ובאנגליה, רק כאשר תהפוך מחברה ממשלתית לחברה מעורבת, על דרך של הנפקת חלק ממניותיה לציבור בארץ ובעיקר בחו"ל. כך תוכל החברה להיות משוחררת מכבלי המנגנון הציבורי, ותוכל לגייס את ההון הדרוש להנחת תשתית טלקומוניקציה לקראת שנות האלפיים. בשנה"ע 1987/8 הוחש תהליך בחינת האופציות להנפקת החברה בבורסה, והוא מצוי כעת בשלבים מתקדמים.

#### הנפקת חברת 'בזק בבורסה

במאי 1987 אישרה ועדת השרים למכירת חברות ממשלתיות (שר התקשורת נמנה על חברי הוועדה) הצעה לפתוח בהכנת המסגרות הארגוניות והחוקיות למכירתן של מניות חברת 'בזק' בבורסה בישראל ובחו"ל.

הועדה החליטה לאמץ את דו"ח הועדה לבדיקת הערכות חברת בזק לקראת גיוס הון לצורך פיתוח שירותי בזק כבסיס להנפקה ולהצעת מכר של מניות בזק בארץ ובחו"ל.

בדצמבר 1987 שכרה חברת בזק את שירותי היועצים של חברת שירסון־לאיימן כיועצים להנפקה. במקביל שכרה הרשות לחברות ממשלתיות שבמשרד האוצר את שירותיו של הבנק להשקעות מניו־יורק THE FIRST BOSTON BANK.

מקובל בעולם למדוד פריון עבודה בחברת טלפונים עפ"י היחס שבין מספר העובדים לבין מספר קווי טלפון מחוברים. בישראל מועסקים כיום 6.8 עובדים לכל 1,000 קווים מחוברים. זהו שיעור נמוך מאוד לעומת המקובל ברוב המדינות: בגרמניה ישנם 8.1 עובדים לכל 1,000 קווים, בקנדה – 8.1 עובדים לכל 1,000 קווים, ובבריטניה – 10.5 עובדים לכל 1,000 קווים. נתון זה מקבל משנה חשיבות מאחר וקצב הפיתוח בישראל בשנים אלו מואץ ומגיע לכדי גידול של 10% ויותר מידי שנה (בשנת 1988 יגיע תקציב הפיתוח של חברת בזק ל־342 מיליון דולר לעומת תקציב הפיתוח של שנה"ע החולפת שהגיע ל־255 מיליון דולר).

#### יעדי הפעולה העיקריים

שנת העבודה 1987 הוקדשה בעיקר לשיפור טיב השירות והגברת זמינות הקווים ואיכותם, בד בבד עם המשך תנופת ההתקנות, וזאת על מנת לעמוד ביעד העיקרי – חיסול תור הממתינים בשנת 1989. כמו כן, נשלמות ההכנות להנפקת החברה בארץ ובחו"ל.

השנה החמישית, שנת העבודה שהחלה ב־1 לינואר 1988 הוקדש בעיקר להגשמת שלושה יעדים מרכזיים:

1. **סגירת פער הביקוש** – ביצוע 150,000 התקנות והעתקות וכ־68,000 מספרי חי"פ (חיוג ישיר פנימי) תוך הענות לביקוש הקיים והחזוי, פיתוח משולב של מערך המיתוג והתמסורת ומתן דגש להענות לביקוש לשירותי העברת נתונים.
2. **שיפור טיב השירות** – המשך התקנה והפעלה של מרכזות ספרתיות, השבחה ועיבוי של מרכזות קיימות, פיתוח תשתית תמסורת בסיבים אופטיים בקצב גבוה, קידום מערכת ממוחשבת לבדיקות עורקים, הרחבת כמות האפיקים בתקשורת בינלאומית, המשך מיחשוב שירות '16', צמצום נזקי גשמים ופגעי טבע, דגש על ישום תקנות בזק וקיצור משך שהיית תקלות.
3. **פיתוח שירותים חדשים** – הפעלת קשר בינלאומי ספרתי בקצבים גבוהים, הרחבת רשתות ושירותי 'ישראנת' – ו'סיפרנת', הרחבת מערכת הטלפון התאי, תחילת הפעלת מניה מקומית במרכזות אלקטרומכניות. המשך הפעלת המערכות הרב קוריות והצטיידות במכשירי מנויים חדישים, פיתוח טלפון ציבורי חדש, בחינת אספקת שירותי תקשוב מתקדמים, הערכות להפעלת טלויזיה בכבלים, והרחבת מעגל המשתמשים בשירותי לווין פנים ארציים.

מדיניות הפיתוח מתבססת על פיתוח טכנולוגי לקידום ישום טכנולוגיות I.S.D.N. תוך דגש על פיתוח מערך המיתוג ופיתוח תשתית התמסורת (באמצעות סיבים אופטיים ומערכות רדיו ספרתיות).

#### תור הממתינים

השתנות מגמת עקומת הממתינים – עם הקמתה של חברת הבזק המתינו להתקנה ולהעתקת קווי טלפון 257,000 איש, מאז חלפו 4 שנים והתור צומצם באופן דרסטי, ומספר הממתינים בסוף 1987 עומד על 107 אלף.

***מדיניות שר התקשורת גורסת, כי חברת בזק תוכל לשגשג כדוגמת אחיותיה בארה"ב ובאנגליה, רק כאשר תהפוך מחברה ממשלתית לחברה מעורבת, על דרך של הנפקת חלק ממניותיה לציבור בארץ ובעיקר בחו"ל. כך תוכל החברה להיות משוחררת מכבלי המנגנון הציבורי, ותוכל לגייס את ההון הדרוש להנחת תשתית טלקומוניקציה לקראת שנות האלפיים.***

#### החדרת מערכות ספרתיות למערכת הטלפונים הארצית

נקודת החולשה העיקרית של מערכת הטלפונים הארצית היתה במשך שנים הקושי ליצור קשר בין אזורי החיוג השונים ברוב שעות היממה. במגמה להתגבר על מצוקה זו, הפעילה חברת בזק עוד בתחילת שנת העבודה 1986/7 מרכזות בינעירוניות ספרתיות, מן המשוכללות בעולם – בתל אביב, בירושלים ובחיפה. ההפעלה המדורגת של מרכזות אלה הקטינה מאוד את הקשיים בחיוג הבינעירוני, ברוב הכיוונים.



בתמונה: רשות הדואר מציגה את השרותים החדשים, בתערוכה ה־40 למדינה, בגני התערוכה בתל־אביב.

### תקשורת ספרתית

מאמץ נוסף של החברה בשנתיים האחרונות הוקדש למעבר לתקשורת ספרתית, המהווה מהפיכה של ממש בתחום המיתוג והתמסורת. בסוף שנה"ע 1982/3 היו בישראל רק 7 מרכזות ספרתיות (כ־4% מסך המרכזות).

עד סוף שנת 1987 הופעלו 92 מרכזות (המהוות 38% מכלל המרכזות) והמגמה של החלפת ציוד מיושן בציוד ספרתי חדיש ממשיכה.

חברת בזק הציעה לציבור המחובר למרכזות ספרתיות להיות מנויים על שורה של שירותים ספרתיים חדשניים, המביאים ליתר נוחות, הקלה וגיוון בשירותי המידע האישיים שלהם:

'שיחה ממתינה' – אפשרות לקבל שיחה נוספת בשעה שהטלפון של המנוי תפוס בשיחה קודמת.

'עקוב אחרי' – העברה אוטומטית של ההתקשרויות המיועדות אל המנוי אל כל טלפון אחר על פי הוראה שהוא נותן באמצעות חיוג מתאים.

'חיוג מקוצר' – יצירת הקשר הדרוש ע"י חיוג ספרה אחת או שתיים.

'חשבון מפורט' – מידע מלא על שיחותיו של המנוי: המועד, משך השיחה, יעדה ומספר פעימות המונה.

במכלול הקידמה הטכנולוגית והפריצה קדימה של ענף הטלקומוניקציה, אין שוכחים את השירותים לציבור. כאמור, היווה שיפורם של אלה, אחת הסיבות להקמת 'בזק', וגם כאן ההנחה שחברה המונעת על פי שיקולים עסקיים תביא לשיפור השירות, הוכחה לנכונה.

***בדצמבר 1987 שכרה חברת בזק את שירותי היועצים של חברת שירסון־לאיימן כיועצים להנפקה. במקביל שכרה הרשות לחברות ממשלתיות שבמשרד האוצר את שירותיו של הבנק להשקעות מניו־יורק THE FIRST BOSTON BANK.***

### שירותים לציבור

בשנת העבודה 1987/8 הוכנסו מספר חידושים בתחום הבזק, שלהם היתה השלכה ישירה על הציבור הרחב.

**1. שרות מנוי נקרא**

החברה החלה השנה להפעיל שירות זה, שבו מתחייב המנוי אוטומטית עבור השיחה הנכנסת. שירות זה דומה במתכונתו לשירות '800' בארה"ב.

בשלב זה מופעל השירות לארה"ב ומארה"ב בלבד, ובעתיד מתוכנן להרחיבו למדינות נוספות ולשירות פנים ארצי.

**2. טלפון תכונות – טלכול**

בעקבות העליה בשנים האחרונות בציוד קצה המוצע לציבור, מציעה חברת בזק את ה'טלכול' הכולל את התכונות הבאות: מאגר 20 האוגר עד 20 זכרונות, סורק 5 מספרים, נודניק, צג רמקול ואפשרות חיוג ללא הרמת השפופרת.

**3. סיפראנת**

תשתית ספרתית להעברת נתונים בכל הקצבים ובכל משטרי התקשורת. שירות זה מתפרס ב־80 מתקנים של חברת בזק ומשתמשים בו בעיקר מוסדות בעלי רשתות מקיפות של סניפים, רשתות שיווק וכד'. הלקוח הראשון של שירות זה הוא מפעל הפיס, כאשר 1300 דוכני המכירה שלו בחוצות הערים והישובים, חוברו באמצעות סיפראנת אל המחשב המרכזי בתל־אביב.

**4. לווין פנים ארצי**

חברת בזק מבצעת עתה ניסויים בהעברת שידורי טלויזיה והעברת מידע בין מחשבים באפיקי תקשורת ספרתיים בתוך תחומי המדינה, באמצעות לוויין תקשורת. השירות נועד להעברת שידורי טלויזיה לאזורי המדינה המרוחקים כמו אילת, ישובי הערבה וישובי הצפון, ועל־ידי כך ישפר את קליטת השידורים באזורים המרוחקים.

העברת המידע בין מחשבים נועדה לשרת מפעלים שיש להם צורך בתקשורת־נתונים ואשר סניפיהם מפוזרים ברחבי המדינה. התקשרות בין המפעלים מתבצעת באמצעות אנטנות צלחת קטנות על גגות המבנים, שישדרו את המידע אל היעד באמצעות לוויין תקשורת.

## קטעים מסקירת פעולות רשות הדואר

רשות הדואר הוקמה על פי חוק רשות הדואר (התשמ"ו־1986), והחלה לפעול ב־31 במרץ 1987, ברשות סטטוטורית עצמאית למתן שירותי דואר.

החוק האמור התווה לרשות שלושה יעדים מרכזיים:

א. שיפור שירותי הדואר לציבור, פיתוחם והרחבתם.

ב. תפעול הרשות על בסיס חישובים כלכליים וכמשק סגור הנושא את עצמו.

ג. שיפור תנאי העבודה והשכר של העובדים בהתחשב בהתייעלותם.

כבר בשנת פעילותה הראשונה רשמה לעצמה הרשות הישגים בתחום שירותי הדואר, ובסוף השנה הגיעה לאיזון תקציבי, שיפרה את תנאי השכר לעובדיה ובכך צעדה כברת דרך ארוכה לקראת השגת היעדים שהוצבו בפניה.

שידוד המערכות שעברה רשות הדואר מהווה מודל לחיקוי כיצד לייעל גוף ממשלתי שהתאפיין במשך שנים רבות בגרעון כבד, שרותים לקויים ו'עקומות חיים' יורדות בתחומי התפוקה, ההשקעה וכוח־האדם.

### הפעולות שנקטה רשות הדואר לאחר הקמתה

הפיכת הדואר לגוף עיסקי, בעל הגדרה ברורה של מטרות כלכליות, איפשרה ליצור מכוונות עיסקית של מנהלים ועובדים, מה שהביא להעלאת הפריון ולהתייעלות.

במסגרת שידוד המערכות בשירותי הדואר ננקטו פעולות ההתייעלות הבאות:

א. שופרו תהליכי העבודה וכלי הניהול, הבקרה והמעקב אחר טיב השירות.

ב. פותחה גישה עיסקית־שיווקית אשר הועברה לעובדים ולמנהלים באמצעות סדנאות מיוחדות, השתלמויות בהיקף נרחב, ומפגשים של ההנהלה והעובדים.

ג. בוצע אירגון מחדש של הרשות, אשר הביא לאיחוד מחוזות תל־אביב והמיון ולצמצום התקורה הניהולית.

ד. ננקטו פעולות להעמקת הגביה, ובמסגרת זו נחתמו הסדרי גביה עם משרדי הממשלה, עם צה"ל ועם לקוחות גדולים אחרים.

ה. נעשה ניצול יעיל יותר של נכסי הרשות לצורך הקטנת הוצאותיה והגדלת הכנסותיה. במסגרת זו הועברו יחידות של הרשות ששכנו במבנים שכורים למבנים בבעלות הרשות. כמו כן הוחל בקיום מעקב אחר הוצאות הרשות לצורך הקטנתן.

ו. הוחל בבניית צוות ניהולי בעל הכרה במטרות הארגון ומחוייבות להשגתן. הדבר יצר גורם הנעתי מוביל המושך אחריו את הארגון ואת צוות העובדים להשקעת מאמצים והשגת הישגים.

ההערכה בחשיבות הגורם הכלכלי והתחושה של תלות בין ההצלחה הכלכלית של הארגון והתועלת האישית של העובדים יצרה מודעות הן לחשיבות הלקוח ולשיפור רמת השירות הניתן לו, והן בכדי להקטין הוצאות ולהגדיל הכנסות.

### הנהגת שירותים חדשים

במטרה לענות על צרכי הדואר של משק מודרני ולהגדיל את בסיסה הכלכלי־עיסקי, הנהיגה רשות הדואר שירותים חדשים לציבור:

**1. מהיר־אקספרס**

שירותי האקספרס (מסירה מיוחדת) והמהיר אוחדו לשירות חדש: 'מהיר־אספרס', באמצעותו מגיעים לתעודתם בו ביום דברי דואר הנמסרים עד השעה 10:00 (ובמקומות מסויימים גם לאחר מכן). על פי סקרי טיב, פועל השירות באמינות גבוהה.

**2. שירותי אשנב חדשים**

הונהגו שירותי אשנב חדשים לרווחת הציבור: מכירת כרטיסי חניה, מעטפות למכתבים והחתמת מנויים למפעל הפיס.

**3. אוטומטים**

במגמה לצמצם את זמן ההמתנה באשנב הוכנסו לשימוש אוטומטים למימכר אסימונים. כמו כן, הופעלו בסניפי הדואר אוטומטים להעתקת מסמכים לנוחיות הציבור.

**4. אשנב–כל**

הוחל בניסוי שיטת עבודה חדשה באשנבים, לפיה יוכל הציבור לקבל הן את שירותי הדואר והן את השירותים הבנקאיים של בנק הדואר באותו אשנב. בינתיים הופעלו מספר 'אשנבי־כל' ניסיוניים כאלה, אשר חוסכים מהציבור את הצורך לעמוד בתור יותר מפעם אחת על מנת לקבל מספר שירותים שונים. בשנה הבאה תורחב השיטה ותופעל בסניפי דואר רבים.

**5. דואר אלקטרוני**

הופעלו מספר תחנות נסיוניות למתן שירות דואר אלקטרוני ציבורי. התחנות קשורות למאגרי מידע ומאפשרות למנויים להשתמש במידע זה בזמינות גבוהה.

**6. מידע באמצעות הטלטקס**

הוקצה אפיק מיוחד לרשות הדואר בשידורי הטלטקס. באפיק זה מוצג בפני הציבור מידע חזותי על השירותים העומדים לרשותו בדואר. מידע זה משודר באמצעות הטלטקסט ונקלט בעשרות סניפים ובתי דואר בהם הוצבו לצורך זה מכשירי טלוויזיה. ניתן לקלוט שידור זה גם בכל מכשיר טלוויזיה ביתי בו מותקן פענח טלטקסט.

***נקודת החולשה העיקרית של מערכת הטלפונים הארצית היתה במשך שנים הקושי ליצור קשר בין אזורי החיוג השונים ברוב שעות היממה. במגמה להתגבר על מצוקה זו, הפעילה חברת בזק עוד בתחילת שנת העבודה 1986/7 מרכזות בינעירוניות ספרתיות, מן המשוכללות בעולם – בתל אביב, בירושלים ובחיפה.***

### מיכון ומיחשוב

בתחום הפיתוח, תופס גם מקום חשוב המיכון והמיחשוב.

**מיחשוב השירות הבנקאי**

בשירות הבנקאי הוכנס מחשב חדש שיאפשר עיבוד עצמאי של מערכת הסליקה הבנקאית בלא תלות בגורם חיצוני כלשהו. עד כה ניתנו שירותי המחשב לעיבודים אלה בחברות חיצוניות.

מחשב חדיש זה יאפשר את שיפור שירות הסליקה והעברת הכספים הן מבחינת מהירות העיבוד, הן מבחינת האמינות והן מבחינת יכולת הגיבוי והאיחזור של המידע האצור בו. כל זאת תוך צמצום ניכר בהוצאות האחזקה של המחשב.

**מיחשוב מערכת הניהול**

הוחל במיחשוב מערכת הניהול המרכזית, ובמסגרת זו הופעל כבר הפלח הממוחשב הראשון בתחום הכספי.

הסבת המערכת החשבונאית־פיננסית למחשב החדש איפשרה את התאמתה לדרישות החשבונאיות המתחייבות מחוק הרשות, הגדילה את יכולת הבקרה והמעקב אחר כספי הרשות, ותאפשר הפקת הדוחות הכספיים של הרשות כמתוכנן.

**מיחשוב הטלקס**

הוחל במיחשוב רשת תאי הטלקס. במסגרת זו הושלם מיחשובן של 15 תחנות טלקס. הדבר מאפשר

***כבר בשנת פעילותה הראשונה רשמה לעצמה הרשות הישגים בתחום שירותי הדואר, ובסוף השנה הגיעה לאיזון תקציבי, שיפרה את תנאי השכר לעובדיה ובכך צעדה כברת דרך ארוכה לקראת השגת היעדים שהוצבו בפניה.***

מתן שירות טלקס אמין ומדוייק יותר, ומהווה בסיס למתן שירות דואר אלקטרוני ציבורי בעתיד.

**פרוייקט ׳שהם׳**

פורסם מכרז להקמת המתג הממוחשב של פרוייקט גדול בשם ׳שהם׳ – שירות העברת מסרים.

זוהי תכנית למתן שירותי דואר משולבים: אלקטרוניים ופיזיים. על פי תכנית זו יוכלו בעלי ציוד קצה (טלקס, פקס, דואר אלקטרוני וכד׳) ליצור קשר פיזי או אלקטרוני עם חסרי ציוד כזה.

המתג המרכזי של הפרוייקט, אשר לגביו פורסם המכרז, יוכל לתת בעתיד גם שירותי BULK MAIL.

בשירות זה יוכלו לקוחות גדולים להעביר נתונים הישר אל המתג המרכזי, אשר יבצע בעצמו את ההדפסה, העיטוף והמשלוח של הדואר.

לאחרונה פורסם שרשות הדואר חתמה על הצהרת כוונות לשיתוף פעולה בפרוייקט ׳שהם׳ עם חברת מל״מ (מרכז למיכון משרדי). הפרוייקט מתבסס על מחשבי וואקס של דיגיטל, ויספק ללקוחות פרטיים, עיסקיים וציבוריים שירותי דואר אלקטרוני, טלקס, מברקים ופקסימליה ויאפשר, בעזרת ממיר פרוטוקולים, להעביר מסרים בין בעלי ציוד קצה מסוגים שונים.

***ההערכה בחשיבות הגורם הכלכלי והתחושה של תלות בין ההצלחה הכלכלית של הארגון והתועלת האישית של העובדים יצרה מודעות הן לחשיבות הלקוח ולשיפור רמת השירות הניתן לו, והן בכדי להקטין הוצאות ולהגדיל הכנסות.***

חברת דיגיטל, אשר הצעתה נבחרה, תציב את מחשב המיתוג המרכזי של המערכת, ומצפים שתוך 6 חודשים תושלם הפעלת כל האופציות המתוכננות של המערכת לשימוש בעברית ובאנגלית (בעלות של כמיליון דולר).

שתי החברות (מל״מ ורשות הדואר) בודקות אפשרות לשתף בפרוייקט גופים ציבוריים נוספים לשם הרחבת מגוון שירותי הדואר והמידע האלקטרוני בישראל.

■

# טכנולוגיה, תחיקה ומדיניות במשרד התקשורת

תקשורת מזוהה ונשענת יותר ויותר על מיחשוב. זה התחיל בנתונים, עבר לתמונות ועתה זה מגיע גם לדיבור.
תהליך מיחשוב התקשורת מתרחש באינטנסיביות יתרה בעיקר ברמת המשתמש והארגון, אולם גם ברמה הלאומית.
במדינות מתקדמות רבות, בעיקר באירופה, משרד התקשורת הוא המשרד הממונה על קידום תשתית המיחשוב הלאומית. כך זה בצרפת, אנגליה, גרמניה ועוד.
גם משרד התקשורת הישראלי פועל בכיוונים אלו, על כל פנים כמעט כל הפעילויות של המשרד נוגעות בצורה זו או אחרת גם במיחשוב.
ב־18.5.87, כשבוע לפני שהגיש את התפטרותו, סקר אמנון רובינשטיין, אז עדיין שר התקשורת, את פעולות משרד התקשורת.
רוזליה בינס, מהנדסת במשרד התקשורת, ליקטה וערכה מסקירה זו דברים ועובדות והם מובאים להלן.

## תפקידים חדשים

בשנה האחרונה נוספו למשרד התקשורת תפקידים חדשים והועמק תהליך פיצול פעילות המשרד ליחידות עצמאיות המנוהלות על בסיס עסקי ורווחי ואינן נזקקות למימון ציבורי.

למשרד התקשורת נוספו התפקידים הבאים:

1. הקמת תחנת הממסר של קול אמריקה.
2. טלוויזיה בכבלים: במסגרת המשרד הוקמה המועצה לטלוויזיה בכבלים ולמנויים שתפקידה לפתח ולפקח על הקמת טלוויזיה בכבלים וטלוויזיה בתשלום למנויים.
3. אנף תקשוב. עפ״י החלטת הממשלה מפברואר 1986 הוחל השנה בהקמת אנף תקשוב אשר יהיה ממונה על תקנים ונהלים לשילוב מחשבים ותקשורת.
4. ערוץ שני. הוחל בשידורי ניסיון וצעדים אחרים במסגרת הערוץ השני.

## הקמת רשות הדואר

רשות הדואר הוקמה כדי ששרותים אלו ינותקו כליל ממסגרת שרות המדינה והסיבסוד הציבורי.

משרד התקשורת מצפה שהקמת רשות הדואר תהווה מהפיכה בתפיסה הכללית של ביצוע שירותים אלו. ע״י כך תיווצר מתכונת מתאימה לשירות יעיל המאפשר גם תשלום הולם לעוסקים בו, במקום שירות איטי ומסורבל במחירים מסובסדים ובשכר נמוך לעובדיו. בקשר לכך ראוי לציין מספר נתונים:

בתחילת 1986 היו פרוסות בתחום הקו הירוק 644 יחידות דואר (בתי־דואר, סניפים, סוכנויות, דואר נע). על אלו נוספו ב־7/1986 16 יחידות נוספות. סך כוח־האדם המועסק בכל היחידות הוא 4580.

בשנת העבודה החולפת נמשכה ההצטיידות בקופות ממוחשבות עבור אשנבי בנק הדואר, המחליפות את הקופות הרושמות שהיו קיימות עד בוא הקופות הממוחשבות.

רשות הדואר מפעילה שירות פוסטפקס - שידור מסמכים בינלאומי באמצעות פקסימיליה. המסמך משודר מבית־הדואר בארץ לבית דואר בארץ היעד אשר מבצע את ההפצה לנמען בכמה צורות: הודעה טלפונית לנמען כדי שיבוא לקחת את המסמך, משלוח המסמך בדואר אקספרס; שליחת המסמך בפקסימיליה למכשיר הלקוח.

שירות פקסימיליה נוסף הוא הטלפקס - שיגור המסמך ישירות למכשיר פקסימיליה הפרטי של הנמען בחו״ל. בעלי טלפון יכולים להרשם כמנויים והחיוב עבור השרות מופיע בחשבון הטלפון.

השירות מפעיל גם תאי טלקס ציבוריים המאפשרים למנויים ולשאינם מנויים לשגר ולקבל שיחות טלקס לחו״ל ומחו״ל.

## בנק הדואר

פעילויות בנק הדואר מבוצעות באמצעות כ־1400 יחידות משולבות ביחידות הדואר או ביחידות עצמאיות.

נמשך תהליך מיחשוב בנק הדואר ועד עתה מוחשבו כבר מרבית התהליכים העיקריים. עתה הוחל בתכנון הפרוייקט העיקרי - ניהול חשבונות הלקוחות, המבוצע היום עדיין ע״י חברת הבזק.

***משרד התקשורת מצפה שהקמת רשות הדואר תהווה מהפיכה בתפיסה הכללית של ביצוע שירותים אלו. ע״י כך תיווצר מתכונת מתאימה לשירות יעיל המאפשר גם תשלום הולם לעוסקים בו, במקום שירות איטי ומסורבל במחירים מסובסדים ובשכר נמוך לעובדיו.***

***נמשך תהליך מיחשוב בנק הדואר ועד עתה מוחשבו כבר מרבית התהליכים העיקריים. עתה הוחל בתכנון הפרוייקט העיקרי – ניהול חשבונות הלקוחות, המבוצע היום עדיין ע״י חברת הבזק.***

***החברה מפעילה תשתית הכוללת כ־1,320,000 קווי טלפון מחוברים, 6080 קווי טלקס, 6800 קווי העברת נתונים, 900 קווי ישראנת ו־13,700 טלפונים ציבוריים.***

## עידוד התחרות

משרד התקשורת, במסגרת מדיניות פיזור המונופולים, מעודד תחרות בכל תחום שבו החוק אינו מעניק מונופול לחברת הבזק או לרשות הדואר. דוגמה ליישום מדיניות זו הינו ציוד הקצה (מכשירי טלפון, מרכזיות פרטיות, טלפונים אלחוטיים מכשירים פקסימליה ציוד טלקס ועוד). שייצורו ושיווקו נפתח לשוק החופשי התחרותי.

## תקשורת מודרנית

תקשורת מודרנית כוללת מיגוון רב של שרותים מתקדמים - נוסף לשירותים הרגילים של דואר טלפון, אלחוט וכד׳ - כגון העברת נתונים, ווידיאוטקס, טלטקס, רדיו־טלפון ועוד.

חוק הבזק, הקובע את תחום פעולותיה של חברת הבזק, מקנה לה מונופול בתחומים רבים. אולם ביחד עם זאת משרד התקשורת אחראי למתן רשיונות לשרותי תקשורת אחרים שאינם בתחום המונופול של חב׳ הבזק ולפיקוח על דרכי הפעולה של חברת הבזק ושל בעלי הרשיונות.

## חברת הבזק

חברת הבזק הוקמה בפברואר 1984 אולם החלה בפעולתה כחברה עצמאית רק ב־1985. ב־1987 החברה מעסיקה כ־8500 עובדים. תקציב התפעול המתוכנן ל־87/88 יגיע ל־700 מיליון דולר ותקציב הפיתוח ל־292 מיליון דולר.

החברה מפעילה תשתית הכוללת כ־1,320,000 קווי טלפון מחוברים, 6080 קווי טלקס, 6800 קווי העברת נתונים, 900 קווי ישראנת ו־13,700 טלפונים ציבוריים. בשנה זו חבר הבזק משקיעה כ־290 מיליון דולר בתשתית ומעבירה לממשלה - בצורת תמלוגים, מסים וכד׳ - כ־187 מיליון דולר.

בהתאם להשקפתו של השר לשעבר רובינשטיין, חברת הבזק תוכל להגיע להישגים הדומים לאלו של החברות הדומות באנגליה ובארה״ב רק כאשר החברה תהפוך מחברה ממשלתית ב־% 100 לחברה מעורבת, ע״י הנפקת חלק ממניותיה לציבור בארץ ובחו״ל, ותוכל לגייס את ההון הדרוש לשם הנחת תשתית תקשורת המתאימה לשנות האלפיים.

בשנת 86/87 נבחנות האופציות להנפקת החברה בבורסה. כמו־כן מושם דגש על תחומים כגון: שירותים מתקדמים ושירותים נלווים ייחודיים, הנהגת מניה מקומית וכו׳.

כדי להגשים את היעדים, משרד התקשורת השתמש בכלים הנ״ל:

• מדיניות רישוי ליברלית בכל התחומים שאינם בגדר המונופול.

• הפעלת יחידה מיוחדת במשרד התקשורת לבקרת שירותי בזק.

• מסגרת חקיקתית הכוללת סדרת תקנות ורשיון כללי מפורט. מסגרת זו מכתיבה לחברת בזק תקנים ויוצרת כלים לפיקוח על עמידה בהם.

כתוצאה מאמצעים אלה, הוכזרו מיגוון של שיפורים:

• הרחבת קשר בין־לאומי ישיר של ישראל באמצעות חיוג ישיר עם מדינות נוספות; שיפור הקשר הבין־עירוני; החדרת מערכות ספרתיות למשק הטלפונים המקומי (35% מכלל המרכזות הן מרכזות סיפרתיות, וההחלפה נמשכת). כמו־כן, יש להזכיר את החידושים בתחום השירות לציבור, כמו: טלפון לחצנים חדש, רדיו־טלפון תאי (במרץ 86 נחנכה רשת רדיו־טלפון תאי הידוע בשם מסחרי ׳פלא־פון׳).

דגש מיוחד הושם על פיתוח מערכות הטלפונים במיגזר הערבי - עוד באפריל 85 השר לשעבר רובינשטיין חתם על תקנות בזק המחייבות פיתוח מאסיבי ומיידי של תשתית תקשורת במיגזר זה. חלה גם התפתחות במערכת הטלפונים בקיבוצים, מיגזר נוסף אשר זכה בשנים האחרונות לפיתוח מאסיבי בתחום תקשורת הטלפונים.

## שידורי רדיו וטלוויזיה

בתחום זה משרד התקשורת עוסק בנושאים הבאים:

• הקמת רשות עצמאית לשידורי טלוויזיה ורדיו (חקיקה והתארגנות פנימית במשרד התקשורת להפעלת הרשת השנייה עם אישור החוק ע״י הכנסת). באוקטובר 86 הוגשה לכנסת הצעת החוק לרשות השניה לטלוויזיה ורדיו ואושרה בקריאה ראשונה הנושא עדיין בדיונים בוועדות הכנסת לאישור בקריאה שניה ושלישי. במקביל החלה מנהלת ההקמה לטלוויזיה ורדיו במשרד התקשורת להפעיל שידורים נסיוניים בערוץ 2.

• שידורי טלוויזיה בכבלים ולמנויים - הוקמה מנהלה במשרד התקשורת שהשלימה לאחרונה את ביצוע השלבים הראשונים, שנדרשו להוצאת המכרזים, בדרך להפעלת תחנות טלויזיה בכבלים. בשלב ראשון, הארץ חולקה לאזורי קבלת זכיון ונבחרו ששת האזורים הראשונים שלגביהם יפורסמו המכרזים:

• באר־שבע, דימונה וערד.
• דרום תל־אביב וגבעתיים.
• אשדוד, אשקלון וקרית מלאכי.
• בת־ים.
• קרית שמונה.
• פתח־תקווה, אור יהודה, ראש העין וקרית אונו.

(בהתאם לתיקון מס׳ 4 של חוק בזק, הוסדרה הפעלת שידורי טלוויזיה בכבלים ושידורים למנויים באמצעות לווין).

המועצה לטלוויזה בכבלים מכינה את ניסוח המכרזים והוצאת הזכיונות ובעתיד תחל מנהלת הטלוויזיה הכללית לפקח על הקמת מערכות ראשונות לשידורים.

תפקידים נוספים של המועצה הם קביעת מדיניות השידורים, נושאיהם, תוכנם, רמתם, היקפם ומועדיהם, קיום שידורים קהילתיים, עידוד הפקות מקוריות ופיקוח על ביצוע השידורים.

## סיכום:

קידום תשתית התקשורת בארץ תלוי בטכנולוגיה, חקיקה ופוליטיקה.

הטכנולוגיה מקדימה את 2 הגורמים האחרים. היא מאפשרת התקדמות בכיוונים רבים.

במקביל להתקדמות הטכנולוגית ישנה יוזמת חקיקה רחבה שמטרתה להקים תשתית ארגונית, כלכלית וחברתית לשרותי תקשורת מתקדמים, ועל תחום זה אחראי קודם כל משרד התקשורת.

יחסי הכוחות בחברה, כפי שהם מתבטאים בממשלה ובכנסת משפיעים גם הם על כיוון ועוצמת הקמת תשתית התקשורת והמיחשוב בישראל ■

# שר התקשורת על תקשורת הנתונים



**ליקוטים/פרשנות על נאומו של פרופ' אמנון רובינשטיין – שר התקשורת, לסקירת פעולות משרדו לשנת 1985/86 בכנסת 25.11.1986**

*"בעידן זה, של מהפיכת התיקשורת, אנו מוצאים עצמנו עדים גם לצמיחה מרשימה של תעשיית התקשורת בישראל. מחשבים, ציוד קצה מתקדם, מערכות שידור וקליטה של טלוויזיה, וידיאוטקס וטלטקסט, חודרים יותר ויותר לבתי המגורים ולבתי העסק שלנו. יש בכך שינוי אמיתי בדפוסי החיים ובשיטות ניהול וארגון, בהיקף שעדיין מוקדם להעריכו". (ציטוט מהנאום).*

שנה מיום הגשת הצעת "חוק רשות העצמאות לטלוויזיה ורדיו התשמ"ה – 1985", לממשלה, נותן שר התיקשורת, פרופ' אמנון רובינשטיין, סקירה על פעולות משרדו לשנת 1985/86. התחומים העיקריים שבהם משרד התקשורת מטפל הם: שרותי דאר, שרותי טלקומוניקציה הניתנים בידי חברת בזק ובעלי רשיונות אחרים, תיקשוב, הקמת הרשות העצמאית לטלוויזיה ורדיו, ורישוי אלחוטי אחר.

מסקנות פעולות של חברת בזק מאז הקמתה ב־1 בפברואר 1984 הם חיוביות ביותר. לאחר השנה הראשונה שהוקדשה לארגון מחדש של החברה – בשנה השנייה הושם הדגש על שיפור השרות לאזרח, הקטנת תור הממתינים להתקנות טלפון, העברת נתונים ועוד.

למשרד התיקשורת תפקיד פיקוח ובקרה על חברת בזק, שהיא מטבע הדברים מונופוליסטית בעיקרה בתחום שרותי הטלקומוניקציה הבסיסיים. תפקידים אלה, כדברי השר, נועדו להבטיח:

- יישום מדיניות הטלקומוניקציה הלאומית;
- דאגה לצרכי ציבור המשתמשים;
- ניצול יעיל של משאבים כלכליים;
- קביעת סדרי עדיפות נאותים;
- קביעת תקנים של איכות השירות ותעריפים.

לצורך כל אלה משתמש משרד התיקשורת בכמה כלים. החשוב ביותר בין כלים אלה, שמטרתו להכניס גם את מדינת ישראל לעידן "מהפיכת התיקשורת" (מונח ישראלי המקביל למונח הלועזי 'INFORMATION REVOLUTION' הוא מדיניות רישוי ליברלית בכל התחומים שאינם בגדר המונופול.

המדיניות הליברלית ועידוד התחרות בתחומים האפשריים, כבר התחילו לתת פרי: שרותים מתקדמים בטלקומוניקציה, כגון דאר אלקטרוני, וידיאוטקס, טלטקסט. אלה הם שרותים ניתנים על־ידי חברות פרטיות על סמך רשיונות ממשרד התקשורת בתנאי אבטחת טיב שרות, מחירים וכו'. מספר רב של בקשות חדשות לרשיונות נמצא על סף אישור.

ב־1985 אישרה הממשלה, באופן עקרוני, את הצעת משרד התיקשורת להקמת הערוץ השני, הכוללת בין היתר:

- הקמת רשות או רשויות עצמאיות לשידורי טלוויזיה ברשת שניה (ערוץ שני), טלוויזיה בכבלים ותחנות רדיו מקומיות;
- שידורי הטלוויזיה ברשת השנייה (ערוץ שני) וחברות־הרדיו המקומיות לא יהיו מבוססים על הוצאה ציבורית.
- בהקמת הרשת השניה יובטחו התנאים לתיפקודן הנאות ולהתפתחותן של הרשת הממלכתית והטלוויזיה הלימודית.

הערוץ השני יעבוד על בסיס מסחרי ומכרזים שיתבססו על קשר בין היקף התקבולים של בעל הזכיון לבין היקף ההפקה שלו.

המכרזים יפורסמו רק אחרי שתוקם הרשות – כשלושה חודשים מתאריך כניסת החוק לתוקף – והקריטריונים למכרזים יהיו: איתנות פיננסית; יכולת טכנית; כח אדם מתאים ושליטה ישראלית על 51 אחוז לפחות.

גם לצרכי הטלוויזיה בכבלים קיימת יוצאו מכרזים בהם ינתנו זכיונות לפי אזורים.

סקירת הפעולות של שירותי הדאר והצעדים שננקטו, מצביעים על שיפור השירות גם של הדאר וגם של בנק הדאר, אך מאחר שמסגרת ממשלתית הינה מטבעה מגבילה ואינה מאפשרת מענה נאות לצרכי האזרחים, הפתרון שיכול להשביע רצון יכול לבוא באמצעות גוף שיפעל על בסיס עיסקי וכלכלי בפיקוח של משרד התקשורת.

אומנם, בחודש ינואר 1986, קיבלה הכנסת את "חוק רשות הדאר", אך ניתן לצפות כי רשות הדאר תקום רק תוך חצי שנה מיום קבלת החוק.

בתחום ייצור בולים, הפקתם ושיווקם באשנבי הדואר ובאמצעות השרות הבולאי לאספנים, תימשך גם בעתיד המדיניות לפיה קביעת תכני הבולים, צורתם והנפקתם ישארו בסמכותה של הממשלה ואילו הפצתם באשנבי הדואר ושיווקם לאספקים ייעשו על־ידי השירות הבולאי שיועבר לרשות הדואר.

הצלחה נוספת של משרד התקשורת בשנת 1985, היא "ערוץ התקשורת הלוויינית הפנים ארצית". הערוץ מוקם ביוזמת משרד התקשורת וחב' "בזק" כדי לתת פתרון מהיר לבעיות בתחום הפצת TV ותקשורת נתונים בקצבים מהירים, כמענה לביקוש קיים וחזוי.

בתחום הפצת TV משמש הערוץ לצרכי שידור "מנקודה לנקודות רבות" (POINT TO MULTIPOINT), תווך יעיל, גם מבחינת אמינות וגם מבחינת חיסכון בספקטרום התדרים.

מיקטע החלל (SPACE SEGMENT) ניקנה על־ידי חב' 'בזק' מ"אינטלסט V" בהיקף של שלושה טרנספונדרים ברוחב 72MHZ כל אחד (שקול לשישה טרנספונדרים של 36MHZ). תכולת הערוץ מחולקת להעברת נתונים ו־TV (כולל טלוויזיה בתשלום (PAY–TV). מיקטע הקרקע EARTH SEGMENT) יתבסס על תחנה מרכזת, המוקמת בעמק האלה, אשר תכלול צלחת בקוטר 13 מ' וציוד תקשורת. לקליטת ה־TV ישמשו צלחות בקוטר של כ־3,7 מ' עבור משדרים מקומיים ו־1.8 מ' לקליטה ישירה. לקווי נתונים ישמשו צלחות בקוטר כ־3.7 מ' ולשימוש נל"ן כ־1.8 מ' להתחברות של נקודות המרוחקות מצומת עמק האלה. החברה האחראית על הערוץ לתקשורת לווינית היא 'אפיקי תקשורת' והיא חברה־בת של משרד התקשורת וחב' 'בזק'.

שרות תקשורת חדשני שנחנך בתחילת 1986 הוא ה"פלא־פון" – שרות רדיו טלפון סלולרי (רב־תאי). שיטה זאת מתבססת על תקשורת מתוחכמת המעניקה קשר טלפוני נייד בכל אזורי הכיסוי בצורת 'FOLLOW-ME'. כעת כוסה איזור המרכז בתאי התקשורת הסלולריים ובקרוב יכוסו אזורים נוספים. הכנסת השרות נעשית על־ידי חברת "מוטורולה־תדיראן, תקשורת סלולרית בע"מ", יחד עם חב' 'בזק'.

כמו־כן, תרם משרד התקשורת את חלקו בוועדת ההיגוי לתיקשור (שבה השתתפה גם מחברת מאמר זה). הוועדה הגישה דו"ח מסכם בפברואר 1986 בו הומלץ על מגמות פיתוח התקשורת בישראל לעשור הבא.

המדיניות של משרד התקשורת, אשר מבוססת מחד על DEREGULATION ומאידך על LIBERALIZATION מאפשרת קידום החברה הישראלית לעידן החדש.

**סיכום** לסיכום אפשר לצטט שוב מנאומו של שר התקשורת:

"גם לארץ הגיעה מהפכת התקשורת ואף ניתן לומר כי מדינת ישראל תופסת בהדרגה את מקומה בעולם לצד המדינות המתקדמות בתחום התקשורת, המחשבים והאלקטרוניקה. משרד התקשורת מופקד, בין השאר, על פיתוח תשתית התקשורת להעברת נתונים בישראל; במובנים רבים זהו בעצם, עולם המחר.

עלינו להעביר לדור הצעיר את המודעות לחשיבות ההתפתחויות בתקשורת המודרנית; עלינו לעורר את סקרנות הנוער לעולם חדש זה, המתגבש בתאוצה רבה בשנים האחרונות. חובה להכין אותו לקראת שנות ה־90 בהן תהיה שפת המחשבים מעין שפה בין־לאומית של סוף המאה העשרים" ■



# BISDN-ISDN שניים ביחד וכל אחד לחוד

**אין כמעט ספק שהרשתות הספרתיות רחבות הסרט לשירותים משולבים, (BROADBAND INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK – BISDN) מבוססות הסיבים האופטיים, יתפסו את מקומן של הרשתות צרות הסרט. (NARROWBAND) מבוססות כבלי מתכת (נחושת או אלומניום), קואקסיאליים או זוגות שזורים.**

הסיבה העיקרית לכך, היא בראש ובראשונה, יכולת התמסורת בקצב גבוה בהרבה של הסיבים האופטיים, לעומת המדיה המתכתית, כאשר המחירים הולכים ויורדים.

לכך מצטרפות גם שיטות תוכנה חדישות וטכנולוגיית VLSI (VERY LARGE SCALE INTEGRATION), המאפשרות העברת נתונים דרך סיב־אופטי חד־אופני (SINGLE-MODE), בקצב של 2.4 אלפי מיליון סל"ש ואפילו יותר, למרחקים גדולים, ללא צורך בהגברה (80 ק"מ, באורך־גל אחיד: 500 ק"מ, ב־4 או אפילו 16 אורכי־גל שונים).

בכתבה זו יוצגו תחומי ההתעניינות המצריכים רשתות רחבות־סרט – בהתאם לדיווחים בסיפרות המיקצועית, ומתוארות גישות שונות באירופה ובארה"ב.

## התחומים המצריכים רשת רחבת-סרט

עד לפני זמן לא רב, ההערכה הייתה שהתמורה להשקעה הגדולה ברשת, תבוא מבתי־אב שיקבלו שירותי טלוויזיה באיכות גבוהה מאד, דרך רשת אחידה, המשולבת עם כל שירותי הטלקומוניקציה. אם לא כן, אמרו בבריטיש טלקום, תהליך הכנסת רשתות אלה, יאחר בעוד כ־7 שנים.

לעומת זאת, הדו"ח של קבוצת MACDONALD טוען, שהדרישה הגדולה תבוא מהמיגזר העיסקי ולא הביתי: לדעה זו שותפה גם YANKEE GROUP שהגישה לאחרונה דו"ח על 'העתיד של אוטוסטרדות מהירות' לתמסורת אלקטרונית באירופה, לפיו הביקוש המירבי, בא בעיקר מתקשורת המחשבים.

סקר על ניהול מערכות מידע מראה את התחומים העיקריים לשימוש בסרט־רחב:

- ועידות וידיאו ווידיאו טלפון:
- רשתות מקומיות (LAN-TO-LAN CONNECTION):
- תחנות עבודה מהירות מאד ו־CAD/CAM.

בטווח הקצר, השימוש המבטיח ביותר הוא הקשר בין רשתות מקומיות, בגלל צוואר הבקבוק הקיים בנקודת התחברותם.

תחנות עבודה מהירות, כמו אלה המשמשות היום לתכנון בעזרת מחשב (CAD – COMPUTER AIDED DESIGN), דורשות קצב תמסורת של 2 מיליוני סל"ש.

אם נקח בחשבון, שרק בשנת 1989 נכנסו 300,000 תחנות חדשות, וצפוי גידול דו־שנתי של 25%, השימוש ברשת רחבת־סרט, נראה הכרחי, בעיקר בתעשיית המכוניות והאלקטרוניקה, בלי שתהיה מוגבלת רק עבורם.

ועידות וידיאו הוא התחום שטרם התפתח במלוא הפוטנציאל, לא בגלל תוצאות בלתי משביעות רצון של 'מפגשים' אלקטרוניים, אלא בגלל איכות שאינה תמיד מספקת של התמונה, והעלות הגבוהה של הציוד.

אין לדעת מומחים, שום סיבה, שוועידות הוידיאו לא ייתפתחו בקצב מהיר, בדומה לפקסימיליה, אך הדבר דורש ציוד ורשת מתאימים, עלות נמוכה ושיווק.

לטווח הארוך יותר, התחזית היא, שהכנסתם ההולכת וגדלה של סיבים אופטיים, תהיה על חשבון כבלי נחושת, למרות שהמחירים עדיין אינם קרובים זה לזה.

קיימות סיבות רבות לכך, ביניהן הצורך לפיתוח ה־ISDN (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK) המבטיח שילוב שירותים על פס צר (NARROWBAND), דיבור, נתונים, תמונות (אך במהירות איטית ולא במהירות תנועה אמיתית).

## השירותים הביתיים בעלי העתיד

השירותים הביתיים העיקריים שחוזים להם עתיד הם:

סלוויזיה באיכות גבוהה מאד (HDTV), טלפון־וידיאו וספריות וידיאו. שירותים אלה, דורשים סרט־רחב, שהסיבים האופטיים יכולים להבטיח. עבור הוידיאו־טלפון, קיימים חילוקי דעות, בגלל פגיעה בפרטיות, כביכול, לפי הערכתם של אחדים.

מכל מקום, הכנסת הסיבים האופטיים ברשתות הציבוריות תביא עמה שירותים אפשריים חדשים נוספים.

אין כמעט כיום מגבלות, לכמות ומהירות המידע שהסיבים־האופטיים מסוגלים להעביר. התמסורת בקצב של 1.7 אלפי מיליון סל"ש, מהווה רק אחוז אחד מכל היכולת של סיב אופטי. אם מבחינה כלכלית, תחום זה עדיין אינו מניב הכנסות מאסיביות, תיקוות המשקיעים היא שבשנות 1990–1992, ההכנסות תיגדלנה.

שימושים חדשים כגון טלוויזיה בכבלים, רשתות אזוריות MAN – METROPOLITAN AREA NETWORKS ושירותי מידע חזותיים, (VIDEOMATIC) מתחילים להיות נפוצים יותר.

למרות העובדה שהצרכנים העיסקיים והביתיים משתמשים באותן רשתות ציבוריות, הם מהווים עבור חברות הטלפון מיגזרים בעלי חשיבות שונה.

עבור חברות טלפון אחדות היכולות להכניס סיבים אופטיים עד לבית־המנוי, נלקחת בחשבון גם האפשרות להעניק באמצעותם שירות טלוויזה בכבלים ושירותים אחרים, כגון תכנון אינטראקטיבי וכו'.

עבור המיגזר העיסקי, שירותים בפס־רחב, כוללים, בנוסף להעברת דיבור סיפרתי והעברת נתונים, גם ועידות וידיאו והעברת נתונים במהירויות גבוהות מאד.

להעברת שירותי סלוויזה באים בחשבון לא רק סיבים אופטיים, אלא גם טכנולוגיות אחרות כגון, טלוויזה בכבלים דרך גלי מיקרו, כפוף לכך שהחוק מאפשר את השימוש בהם.

## מספר טכנולוגיות עבור רשתות רחבות-סרט

קיימות טכנולוגיות שונות עבור רשתות רחבות–סרט. כמו בכל תחום, גם בתחום זה כוחות השוק יחליטו איזו טכנולוגיה תהיה דומיננטית.

בין הטכנולוגיות היותר נפוצות כיום, ניתן לציין במיוחד שלוש:

- QUEUED PACKET SYNCHRONOUS – QPSX
- ASYNCHRONOUS TANSFER MODE – ATM
- SYNCHROMOUS OPTICAL NETWORK – SONET

השיטה הראשונה – QPSK, מבוססת על ארכיטקטורת תמסורת אסינכרונית, ומאפשרת מיתוג סינכרוני עבור מהירויות גבוהות מאד, עד ל־150 מיליוני סל"ש.

QPSK שמקורה באוניברסיטה אוסטרלית, מיועדת ליצור קשר בין לקוחות שמהירות ההעברה שלהם גדולה מאד, באמצעות הרשת הציבורית.

הקשר מבוסס מיתוג מנות מהיר, ללא צורך לקביעת קו, מאפשר תקשורת טובה בין רשתות תקשורת מקומיות. למרות זאת, נראה שעדיף להעביר נתונים מהירים מאד דרך רשת ציבורית, כאשר אלה החושבים כך, פיתחו טכנולוגיה של MAN (METROPOLITAN AREA NETWORKS). זוהי גירסה ציבורית של רשתות תקשורת מקומיות. טכנולוגיה זו שחברת BELL ATLANTIC פיתחה אותה, מאפשרת העברת נתונים של LANS, השייכות לחברות שונות.

למשתמשים ברשתות אלה, יהיו כתובות ציבוריות, בדומה למספרי טלפון של היום.

קיימות מספר חברות שאימצו את השיטה: AT&T ALCATEL, SIEMENS, NYNEX וכו'.

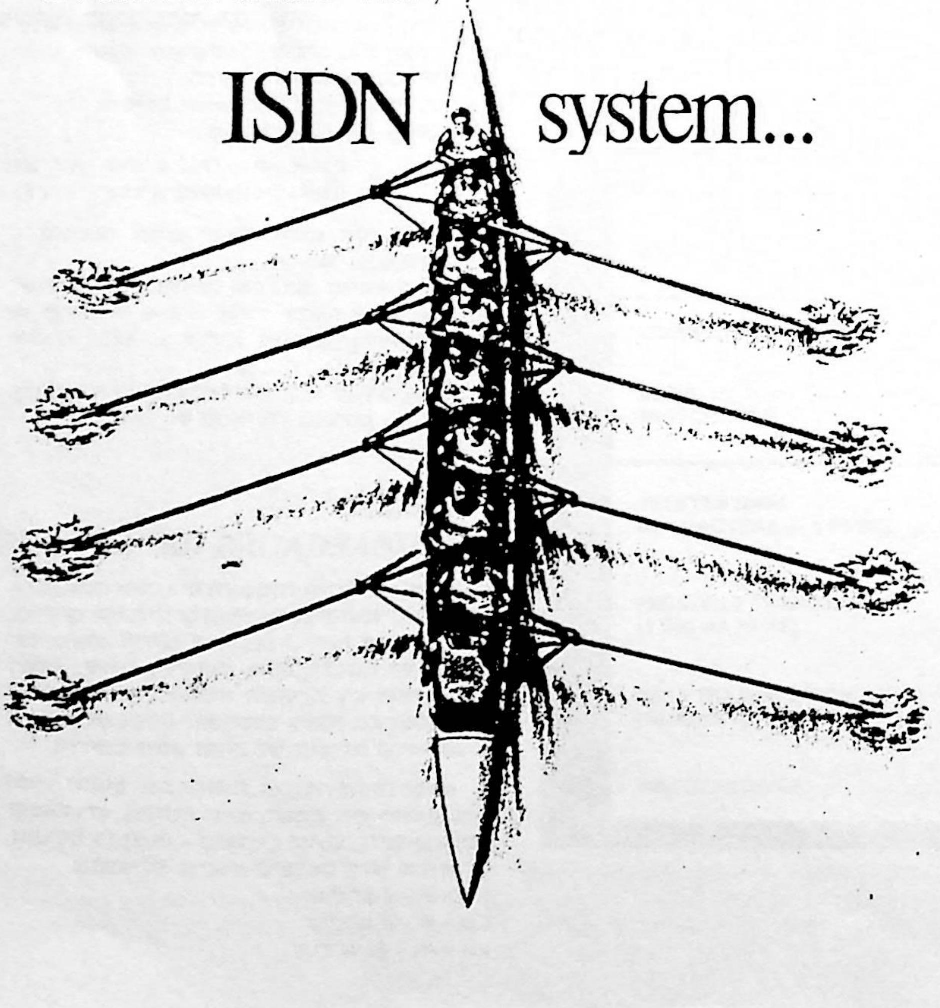
שיטת ה־QPSX קיבלה ב־1988 את הכרתה של IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS) בקבוצת העבודה M.A.N- 802.6, הידועה כפרוטוקול DQDB, עכשיו QPSX ממתינה גם להכרתה של

ANSI.
כדי לקבל הכרה בינ״ל, צריך לקבל גם אישור סופי מ־CCITT.
למעשה, ה־QPSX מהווה את הדור הראשון של מיתוג מנות מאד מהיר, עד ל־150 מיליוני סל״ש, עבור דיבור, נתונים ותמונות, המועברים דרך רשתות תקשורת אזוריות ציבוריות M.A.N.
הכח המניע מאחורי הפיתוח של העברת נתונים באפיק ציבורי במהירויות גבוהות כאלה, הוא התפשטות השימוש ברשתות תקשורת מקומיות (LOCAL AREA NETWORK – LAN).
מהסקרים האחרונים עולה, שבשנת 1988, היו מותקנים 800 אלף LAN בארה״ב (ב־1987 היו מותקנים 423 אלף, ב־1986 200 אלף). גידול דומה קיים גם בחלקים מסויימים באירופה ובמיזרח הרחוק.

המשתמשים אינם מסתפקים יותר במהירות העברת הנתונים ש־X.25 יכול להבטיח – עד 64 אלפי סל״ש – כיוון שכך הם מפסידים את היתרון של הרשתות המקומיות, כאשר הם רוצים ליצור קשר ביניהם.
סיבה אחרת, היא הרצון של הלקוחות לביזור יישומים בהיקף גדול יותר, כגון: גישה בזמן אמת לגרפיקה ברזולוציה גבוהה, הוצאה־לאור בעזרת מחשב שולחני וכו׳.
בארה״ב, טכנולוגיית ה־QPSX משולבת סיבים אופטיים, תהווה, ככל הנראה, את השירות הראשון ב־B-ISDN. הוא נקרא SWITCHED MULTIMEGABIT DATA SERVICE – SMDS.
אם הניסיונות שהיו אמורים להתחיל בחודש ינואר השנה, וצפויים להימשך 6 חודשים, יעניקו את התוצאות הדרושות, השימוש ב־SMDS יהיה כלכלי בשנות 1991/92.
גם באוסטרליה מפתחים שירותי העברת נתונים בשיטה רחבת־סרט ופרוייקט חלוץ בסידני אמור להוכיח את הכדאיות הכלכלית של השיטה. ישנן כבר תוכניות לשנה הנוכחית, להפעיל שירות FASTPAC מסחרי, אם הניסיונות יעלו יפה.
שיטת ה־SDMS שהיא למעשה סוג מסויים של שירות ולא טכנולוגיה, או ארכיטקטורה, נראה כמו רשת תקשורת אזורית (M.A.N).
בהתאם ליצרני השירות, (BELLCORE), ה־SDMS יהיה מסוגל לקשר בתחילה, בין מספר רשתות תקשורת מקומיות (LAN) בלתי מוגבל, ללא חשיבות לסוגם או מקורם, במהירויות של 1.5 מיליוני סל״ש וב־44 מסל״ש; בשלב מאוחר יותר המהירות תגיע ל־150 מסל״ש.
לאור המודעות לעובדה שהמשתמשים עשויים שלא להיות מעוניינים בתחילה להשתמש במהירויות גבוהות כאלה, הוחלט לאפשר גמישות בהענקת השירות זאת, ע״י שימוש בקבוצות גישה. המשמעות היא, שהמינויים העסקיים יצטרכו לשלם רק עבור המינוי, בהתאם לרמת השירות הדרושה כדי לחבר את ה־LAN, בכל זמן דרוש. המינויים יוכלו לקבל את השירות על בסיס תעריף של ׳לפי הצורך׳, בניגוד לפתרונות אחרים כמו קשר נקודה־לנקודה, שהם על בסיס חיוב של 24 שעות.
שירות ה־SDMS אינו מוגבל רק ל־QPSX; ניתן להשתמש גם ב־FIBER DISTRIBUTED – FDDI DATA INTERCHCNGE.

## ASYNCHRONOUNS – ATM TRANSFER MODE

דו״ח YANKEE GROUP חוזה סיכויים גדולים לטכנולוגיה זאת בטווח הארוך יותר, משום היכולת שהיא מאפשרת לניצול יעיל וגמיש של רוחב־הסרט של ערוץ התקשורת.
ב־ATM, אורך המנות הוא קבוע (לעומת מיתוג מנות ב־X.25 שמשתנה), מה שמאפשר שימוש בהתאם לדרישה.
בנוסף לכך, ברשת אחת ניתן להעביר את כל התעבורה, מה שהופך את ניהול הרשת לפשוט.
צפוי שטכנולוגיה זאת תקבל תנופה בשנים 1993–1995. חברות כמו SIEMENS בודקות אפשרויות לשלב את ATM עם QPSX.
ה־ATM, מהווה מיתוג וריבוב ברשתות B–ISDN ואינו שיטת תמסורת אסינכרונית הדורשת קביעת קו (CONNECTION ORIENTED).
קבוצת העבודה באירגון הבינ״ל STUDY CCITT – GROUP XVIII – BBTG בחרה ב־ATM כבסיס ל־BISDN.
ה־ATM הוא מיתוג מנות שיש בו השהייה קטנה ורוחב־סרט רחב מאוד. נוסף לכך הוא מהווה גם את הריבוב (MULTIPLEXING).
החלטת ה־CCITT לבחירה זאת, הוא צעד בעל משמעות רבה בעקרונות המיתוג והריבוב.
עד לפני כשנתיים, נחשבה שיטת ה־S.T.M – כשיטה המועדפת עבור ה־BISDN; שיטה זאת מבוססת על מיתוג וריבוב בחלוקת זמן. ישנן דעות הגורסות כי יש לשלב בין שתי השיטות: STM ו־ATM.
המלצה 121. של CCITT מציינת את ATM כבסיס למיתוג וריבוב ב־BISDN והוא יהיה זה שיכריע על תקנים לצורות הריבוב והיררכיות סיפרתיות.
למרות זאת, בארצות מסויימות, בשלבים הראשונים של ה־BISDN, יהיה צורך לשלב בין ATM ו־STM, או להשתמש בשיטות אחרות.
כמו כן, ATM יכול להתחבר ל־SONET בהתאם להמלצות ה־CCITT מ־1989 REC G.707, G.708, G.709 ה־BLUE BOOK, לדוגמא, או לכל היררכיה אחרת של תמסורת סיפרתית.
אם ה־A.T.M יקבל הכרה בינ״ל, יהיה קל יותר להגיע גם למימשק סטנדרטי ברמת המשתמש – UNI – USER NETWORK INTERFACE.
ה־ATM שונה ממיתוג־מנות, (שגם הוא מבוסס על טכניקת אחסן־שלח), בכך שהוא יכול להבטיח מיגוון רחב יותר של שירותים, ומשתמש בשיטות המאפשרות ביצועים גבוהים יותר.
כדי להשתמש בצורה יעילה, בקיבול ערוץ התקשורת, ב־ATM המידע מחולק ליחידות באורך קבוע, הנקראות ׳תאים׳ – כל תא מכיל שדה HEADER ושדה המידע).
׳תאים׳ אלה מוקצבים למשתמש בהתאם לצורך, ללא קשר למהירות העברת המידע.
שיטה זו מתאימה גם להעברת BURSTY וגם להעברת ממושכת של סיביות.
עבור המימשקים ל־BISDN, בהתאם להמלצת CCITT–I121 יהיו שני קצבים: 1.50 מסל״ש ו־600 מסל״ש.
שיטת ה־ATM לא מוגבלת ל־BISDN בלבד; גם ב־(DQDB) עבור M.A.N, קיים מיבנה ׳תאי׳. ברמת MEDIA ACCESS CONTROL – M.A.C, מה שיאפשר תזוזה ל־BISDN.
באשר לסטנדרטים בתחום זה, קיימים מספר גורמים המשפיעים: אירופה, ארה״ב, אוסטרליה, יפן וכו׳.
באירופה EUROPENA TELECOMMUNICATION – ETSI – STANDARDS INSTITUTE, מרכזת את מדיניות התקשורת, ובארה״ב קבוצת T1S1 של AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE – ANSI הם המובילים.



## רשת אופטית סינכרונית

גם בתחום התמסורת יש גישות שונות עבור BISDN.

SYNCHRONOUS OPTICAL NETWORK – SONET מהווה גירסה אמריקאית (ANSI) לארכיטקטורה בקצבים סטנדרטיים.

באירופה, ETSI בשיטת התמסורת ATD – ASYNCHRONOUS TIME DIVISION; CCITT מתלבטת בין SONET ו־SDH – (SYNCHROUNOUS DIGITAL HIERARCHY) שהיא קצת שונה מ־SONET.

לכל שיטה יתרונותיה הספציפיים. נראה בכל זאת של־SONET הסיכויים הגדולים ביותר בגלל סיבות רבות, לדוגמא:

- קיימים כבר יצרנים בשוק שהכינו את קו היצור;
- רשת SONET יכולה לשמש כחוט שידרה ל־QPSX ו־ATM, וכו׳.
- בארה״ב, חברת בל אטלנטיק מבצעת ניסיונות לשימושים ביתיים ב־SONET, (בווירג׳יניה התחברו בשנה שעברה 400 בתי־אב לניסוי העברת שירותי טלפון רגילים דרך SONET).

טכנולוגית ה־SONET מאחדת שתי טכנולוגיות המתחברות בו־זמנית: סיב־אופטי חד־אופני (SINGLE-MODE) וסיביות מסונכרנות. באמצעות רשת זאת, ניתן להעביר באותה קלות גם דיבור ב־64 אלפי סל״ש וגם טלויזיה ב־40 מסל״ש.

המקור להופעת ה־SONET הוא ב־1984, כשניבנתה שיטת תמסורת סיפרתית, מהירה מאד וסינכרונית, עבור הסיב־האופטי החדש, חד אופני, של חברת קורנינג. מאז התבססה השיטה בעזרת עבודות תקינה של קבוצות העבודה T1.X1 ו־T1.M1 של ANSI.

מטרות טכנולוגיה זו הם בין השאר:

- אפשרות לחבר ציוד קצה שונה.
- אפשרות קישור בין רשתות תקשורת מקומיות ורשתות תקשורת ארוכות טווח?
- ניהול כללי של הרשת, בצורה מרוכזת.
- מתן כל מיגוון השירותים האלקטרוניים למשתמש וכו׳.

הסטנדרטים ש־SONET מתבססת עליהם מרחיבים את מהירות העברת נתונים מ־64אסל״ש ל־622 מסל״ש ויותר, כשקצב ההעברה הבסיסי הוא 51.84 מסל״ש.

## בעיות בהקשר ל-SONET

קיימות עדיין מספר בעיות משמעותיות בהקשר ל־SONET: אחת מהן היא הצורך בהתחברות בין רשתות אירופאיות ואמריקאיות, שבהן קיימות היררכיות שונות, מה שגורם לצורך לריבוב מחודש MULTIPLEXING.) (DEMULTIPLEXING).

בגלל סיבה זו יש צורך ביצירת סטנדרטים נוספים, ובהכרה בהם, מה שמתוכנן לשנת 1991.

גם ב־CCITT מקדישים תשומת לב רבה לשיטה זאת וב־REC G.707 יוני 1988, מפרטים את המהירויות של S.D.H. (הגירסה האירופאית (SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY).

הגישה האמריקאית SONET כפי שצויין קודם, שונה מהגירסה האירופאית, בכך שהירככיות של קצב העברת הנתונים 1.5 מסל״ש, לעומת 2 מסל״ש, מכתיבים את המיבנה של ה־ATM.

מעריכים שעד 1993 יהיו 15% ממינויי הטלפון בארה״ב מחוברים ברשת סיבים אופטיים בשיטת SONET, בתנאי שעד אז תיהיה הסכמה כללית על התקן, ויהיה בנמצא ציוד מתאים. חברות כמו ALCATEL, SIEMENTS, FUJITSU, AT&T, TELLABS וכו׳ מתכוננים לקראת אימוץ השיטה בשנה הנוכחית.

במבט על אפשרויות שימוש ב־SONET עד לבית המנוי, חשוב לקחת בחשבון שהם מאפשרים העברת שירותי טלפון וגם שירותי טלוויזיה בכבלים, שירותים השייכים לגופים שונים, שלכל אחד יש מונופול משלו.

מצפים ששינויים במדיניות התקשורת הציבורית, יקדימו את ההחלטה לטובת השימוש ב־SONET עד לציוד המשתמש.

## לסיכום:

כוחות המניעים את ה־B–ISDN הם רבים:

- הצורך לתמסורת נתונים בקצב גבוה מאד, כגון הקשר בין רשתות תקשורת מקומיות.
- דיגיטליזציה של עיבוד אותות, כולל טלוויזיה.
- הכנת טלוויזיה באיכות גבוהה מאוד (HDTV).
- ירידת המחירים בתמסורת בסיבים אופטיים.
- ציפיות להגדלת הרווחים בשימוש ברשת משותפת לטלקומוניקציה ולטלוויזיה, בעיקר לבית המנוי.
- ביקוש לשירותים אינטרקטיביים חזותיים (VIDEO) בעיקר עם התפתחויות מקלטי הטלוויזיה האינטרקטיבים, הדו־כיווניים.
- התקדמויות במחקר בעולם וכו׳.

כל אלה, בנוסף לעובדה שטכנולוגיה ה־ISDN שתחילתה הייתה בסוף שנות 1970, כאשר לא היו קיימות טכנולוגיות רבות שהתפתחו מאוחר יותר – כגון אלה שבהם דן המאמר – הופכים את ISDN למיושן, בהתאם לדעה של חברת מחקר חדשה (TELECOMMUNICATIONS UPDATE VOL. 5, NO. 9).

אותה החברה חוזה, שבשנת 1992, כאשר גירסה ראשונה של הסטנדרטים של ה־B-ISDN יצאו לאור, צפוי שיצרני ציוד מיתוג ומשתמשים שונים, יביעו אכזבה לגבי הסטנדרטים של ISDN שנחשבו כיציבים, למרות שיהיה עוד מספיק מקום עבורם ל־20 השנים הבאות.

בהתאם לתחזיות, מצפים שרק בשנות 1993–1995 ייכנסו השירותים מבוססי BISDN, בצורה מאסיבית לשימוש.

# ISDN – רשתות תקשורת ספרתיות לשרותים שלובים

ה־ISDN – INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK (להלן רסל"ש) הן רשתות ספרתיות לשירותים שלו־בים. מטרתן של הרסל"ש לספק למשתמש מגוון רחב של שירותי תקשורת אמינים ובטוחים בגישה נוחה ובמחיר סביר. שימוש ברסל"ש גם מונע כפילויות של ציוד ורשתות, ומאפשר תחכום של מימשקים.

## מבוא

ב־80 השנים הראשונות של הטלפון (המצאתו של אלכסנדר גרהם בל מ־1876) המערכות היו אנלוגיות, והמיתוג – ידני. העידן האלקטרו־מיכני החליף את המיתוג הידני ב־CROSS-BAR ומימסרים, ומאוחר יותר, בתחילת שנות ה־70, הודות לפיתוח באלקטרוניקה ובמחשבים, הופיעו פתרונות חדשים בתקשורת – בתמסורת, מיתוג ואותות.

כאשר התרחבו הדרישות לתקשורת של נתונים ודיבור, היה צורך בשינוי בסיסי בתפיסת המערכות בשלמותן, והתקשורת התפתחה מתקשורת אנלוגית לתקשורת ספרתית. בתחילה היו פתרונות נפרדים לדיבור ולנתונים, ורק עם פיתוחם של המעבדים הזעירים אפשר היה לשלב בין השניים.

אם בתחילת הדרך העברת הדיבור היתה המר־כיב העיקרי בתעבורה ברשת הטלפון, הרי שבמרוצת הזמן תפסה את מקומה העברת הנתונים. מהצורך של שילוב דיבור ונתונים התפתחה טכנולוגיית הרס־ל"ש. בציור מס' 1 מודגם השיפור ברסל"ש לעומת תקשורת אנלוגית.

## רסל"ש – הגדרה טכנית

מאפייניו החשובים של הרסל"ש:
1. קשר ספרתי קצה לקצה
2. יכולת העברת דיבור, נתונים ותמונות
3. מימשקים סטנדרטיים בין ציוד קצה לרשת ובין רשתות שונות.

העובדה שניהול הרשת, הבקרה, התחזוקה ונב־יית התשלומים הם שירותים שלובים חיונית לתפקוד הרסל"ש.

הרסל"ש מבוסס על מספר מצומצם של תקנים עבור המימשקים בין ציוד המשתמש לרשת, ואפשר אפילו להגיע למימשק סטנדרטי יחיד עבור כל שירו־תי התקשורת.

הרסל"ש מתפתח בדרך־כלל מרשת טלפון ספר־תית במהירות של 64 א"ב/ש, כולל גישתו של המנוי, שגם היא ספרתית. רשת כזאת, הנקראת IDN (INTE-GRATED DIGITAL NETWORK), תהווה קשר עם הרשתות הקיימות (כגון מיתוג־מנות), ובשלבים שונים, בהת־אם לשיקולים כלכליים והתקדמות טכנולוגית, תכ־לול תפקידים תקשורתיים ושירותים חדישים.

המעבר מרשתות תקשורת ספרתיות לרסל"ש הוא הדרגתי, דורש זמן ומשתנה ממדינה למדינה.

בארכיטקטורה של הרסל"ש ניתן להבחין בשלו־שה שלבי התפתחות:
1. שלב התחלתי – עבור דיבור ונתונים (ציור 2)
2. שלב מתקדם – עבור דיבור ונתונים (ציור 3)
3. שלב סופי – עבור דיבור, נתונים ותמונות נעות מהר (ציור 4).

השלבים 1 ו־2 נקראים רסל"ש בפס־צר, ושלב 3 – רסל"ש בפס־רחב.

**_כאשר התרחבו הדרישות לתקשורת של נתונים ודיבור, היה צורך בשינוי בסיסי בתפיסת המערכות בשלמותן, והתקשורת התפתחה מתקשורת אנלוגית לתקשורת ספרתית. בתחילה היו פתרונות נפרדים לדיבור ולנתונים, ורק עם פיתוחם של המעבדים הזעירים אפשר היה לשלב בין השניים._**

הרשל"ש הוא מדיה לתקשורת סיפרתית המתפ־תחת מרשת הטלפון הציבורי. רשת כזאת מאפשרת תקשורת בו־זמנית, קצה לקצה, באמצעות ציוד גישה יחיד (SINGLE ACCESS), עבור דיבור ושירותים לא קול־יים (NON-VOICE). הבסיס לבניית רשת רשל"ש הוא ערוץ הידוע בשם ערוץ 'B' או ערוץ בסיסי, והוא מסוגל להעביר דיבור במיתוג ונתונים במיתוג מעגלי או מנות ב־64 א"ב/ש או פחות.

ערוץ 'D' הוא מחוץ לתחום של ערוץ B, והוא עובד במיתוג מנות ב־16 א"ב/ש ומשמש עבור אותות, עבור תמסורת נתונים במהירות נמוכה.

מנוי של רשס"ס יכול לקבל גישה בסיסית 144=2.B+D.16 - BASIC ACCESS א"ב/ש

PRIMARY ACCESS
2048=30.B+D.64=H.12 א"ב/ש (אירופה)
1544=23.B+D.64=H.11 א"ב/ש (ארה"ב)

הסידור הזה מיועד לקשר ברשת ממותגת – DYNAMIC ALLOCATION BASIS.

מנויים שאינם מעוניינים במיתוג, יכולים להש־תמש בערוץ HO העובד ב־384 א"ב/ש או בערוץ HI העובד ב־אירופה ב־1920 א"ב/ש או 1536 א"ב/ש (ארה"ב).

הערוצים HO ו־HI יכולים לכלול או לא את הערוץ לאיתות D – בהתאם לדרישתם של המשתמשים.

## I(B)SDN – (INTEGRATED BROADBAND SDN)

I(B)SDN הוא מדיה לתקשורת סיפרתית המאפשרת תקשורת בו־זמנית של שירותים קוליים ולא קוליים, כולל תקשורת נתונים במהירות גבוהה מאוד, כדי להעביר גם תמונות מעות, טלויזיה, וידאו, טלפון ועוד. הקשר בין הרשתות הקיימות יכול להתבצע באמצעות רשת I(B)SDN בטכניקות מיתוג מעגלים או בטכנולוגיות חדישות של מיתוג־מנות מהירות.

מספר בעיות חשובות עומדות בפני פיתוח שיטה זאת: פיתוח ציוד הקצה, מחיר ותקנים. כדי לאפשר סטנדרטיזציה, בנוסף לערוצים – B,D,HO,HI של־ISDN, יש איפוא צורך בערוצים נוספים של־I(B)SDN:
H 2 = 30 - 45 מ"ב/ש
H 3 = 60 - 70 מ"ב/ש
H 4 = 120 - 140 מ"ב/ש

| SERVICE | ANALOG 0.3-3.4 kHz | DIGITAL 64 kbit/s |
|---|---|---|
| CONNECTION SETUP | 10 s | 0.5 s |
| SERVICE SWITCHOVER | — | 0.1 s |
| TELETEX (2400 CHARACTERS — 1 PAGE) | 5 TO 10 s | 0.5 s |
| FACSIMILE TRANSMISSION (1 DIN A4 PAGE) | 180 s | 10.0 s |
| DATA TRANSMISSION (10,000 BITS) | 2 s | 0.2 s |
| VIDEOTEX PAGE | 8 s | 0.2 s |

ציור 1
שיפורי הרסל"ש – תקשורת ספרתית לעומת תקשורת אנלוגית

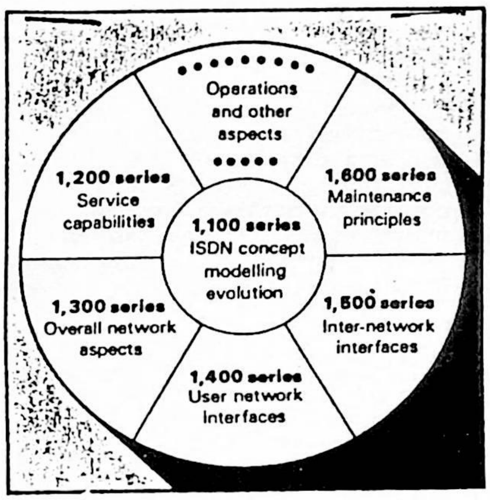
**המעבר מרשתות תקשורת ספרתיות לרסל״ש הוא הדרגתי, דורש זמן ומשתנה ממדינה למדינה.**

מידע דרך רסל״ש, אלא גם נתונים במהירות נמוכה, כמו: טלמטריה, אזעקות וקריאות מונה מרחוק, וכן שירותים ברשתות מיתוג־מנות עם גישה לרשתות מיתוג־מנות ציבוריות, בנקאות אלקטרונית, דואר אלקטרוני, פקסימיליה, ואולי גם וידיאוטקס.

ציוד קצה רב־שימושי כבר קיים (תמונה 5), וכן אפשר כבר לשלב רשתות טלויזיה בכבלים עם רסל״ש, כמתואר בציור 6.

## תקינה

התקינה עבור מימשקים בין המשתמש לרשת הכרחית להצלחתו של הרסל״ש, מפני שהיא מאפשרת לציוד קצה רסל״ש אחד או יותר להתחבר לרשת, וכן למרכזיות אוטומטיות פרטיות, רשתות תקשורת מקומיות, רשתות פרטיות ומרכזי עיבוד ואחסון מידע.




ציור 7
המלצות CCITT – מבנה ׳סדרה I׳

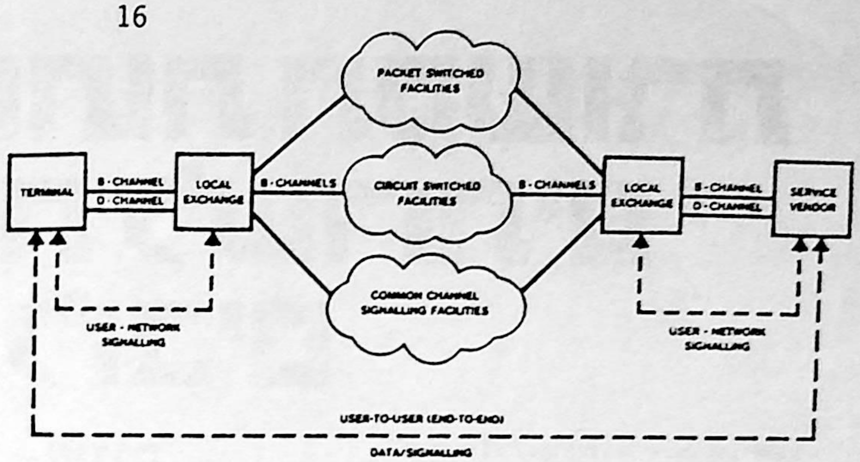
**התקינה עבור מימשקים בין המשתמש לרשת הכרחית להצלחתו של הרסל״ש, מפני שהיא מאפשרת לציוד קצה רסל״ש אחד או יותר להתחבר לרשת, וכן למרכזיות אוטומטיות פרטיות, רשתות תקשורת מקומיות, רשתות פרטיות ומרכזי עיבוד ואחסון מידע.**

בציור 7 נראית סדרת ההמלצות של CCITT, המכונה ׳סדרה I׳(1984–1980). הסדרה מתווה את הקווים המנחים של הרשס״ת ותקנים מפורטים של המימשקים בין ציוד המשתמש והרשת, ועבור המימשקים שבין הרשתות

המלצות CCITT מתייחסות גם לשירותים הניתנים ע״י הרסל״ש.

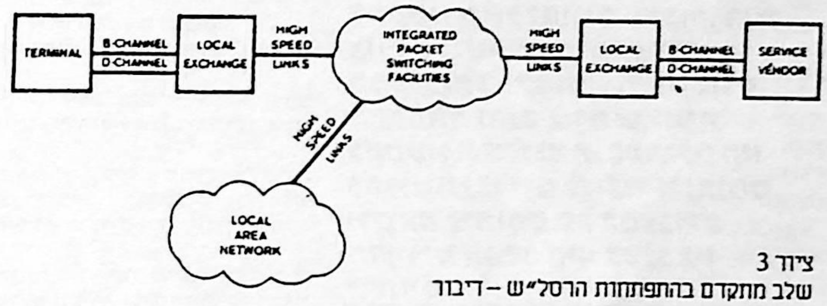
יש שתי גישות לגבי התווך:

א. שימוש בכבלי נחושת
ב. רשת שלמה של סיבים אופטיים

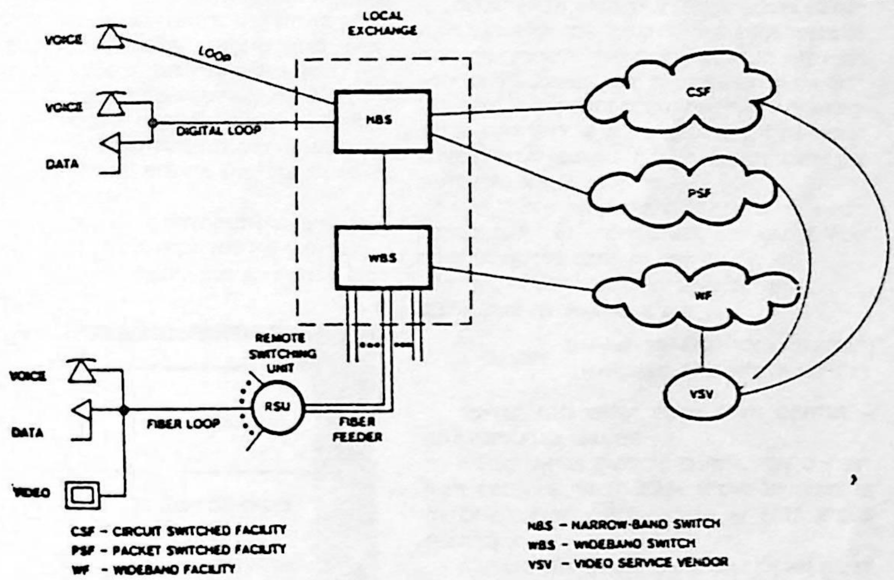



B-CHANNEL 64 kb/s - BASIC CHANNEL
D-CHANNEL 16 kb/s

ציור 2
שלב התחלתי בהתפתחות הרסל״ש – דיבור ונתונים




ציור 3
שלב מתקדם בהתפתחות הרסל״ש – דיבור ונתונים




ציור 4
שלב סופי בהתפתחות הרסל״ש – דיבור, נתונים ותמונות נעות מהר

רגילה להיות מקודדת ספרתית (אפילו בפחות מ־140 מ״ב/ש.

בערוץ ׳ב׳ (של 64 א״ב/ש) המשתמש מעביר נתונים; ערוץ ׳ס׳ (16 א״ב/ש) מחוץ לרוחב הפס, והוא מיועד לאותות. סידור כזה מאפשר יעילות בתקשורת מסחרית.

המהירות של 64 א״ב/ש מאפשרת שירותי תקשורת חזותית באיכות גבוהה ובמחיר נמוך. לדוגמא: אפשר להעביר תחנות וידיאוטקס שלמות בתוך שניות; בטלויזיה איטית (SLOW SCAN) אפשר להעביר תמונות כל 6 שניות בקידוד מודרני, לעומת 80 שניות בשיטה הקונבנציונלית.

נוכחותם של שני ערוצי ׳ב׳ וערוץ ׳ס׳ נפרד ועצמאי לאותות מאפשרת, בו־זמנית, להעביר נתונים בערוץ אחד ולקלוט נתונים בערוץ אחר.

בערוץ ׳ס׳ אפשר להעביר לא רק אותות ובקרת

נראה ש־H2 ו־H4 יקבלו תנופה ו־H3 לא יתפתח.

הערך המדויק של H2 ו־H4 תלוי בתנאי הרשת וקידוד הוידאו (VIDEO ENCODING). הערוצים של הרשת רחבת־פס (BROADBAND) צריכים להיות כפל של הערוצים הבסיסיים 64 א״ב/ש, כדי להקל את ה־MULTIPLEXING.

עבור H2 קיימים שני ערכים:

H2 33 מב״/ש (אירופה) – עבור מערכות 2 מ״ב/ש
H2 44 מ״ב/ש (ארה״ב) – עבור מערכות 1.5 מ״ב/ש.

לגבי מימשקים קיימות שתי גישות:

150 מ״ב/ש ו־600 מ״ב/ש (4XH4) עבור 4 X T.V. ב־HIGH DEFINITION, או מספר גדול יותר של ערוצי טלויזיה.

המימשק ב־ 600 מ״ב/ש יקר יותר, וכעת מפתחים את הגישה של 150 מ״ב/ש המאפשרת לטלויזיה

יש ארצות המפתחות רשל״ש באמצעות הממשלה או סוכנויות הטלפון, הטלגרף והדואר (PTT). ברובן מתכננים את הרשת ל־25 השנים הבאות.

באירופה הכניסה לעידן המידע באמצעות תקשורת סיפרתית נעשית ע״י EEC (EUROPEAN ECONOMIC COMMUNITY).

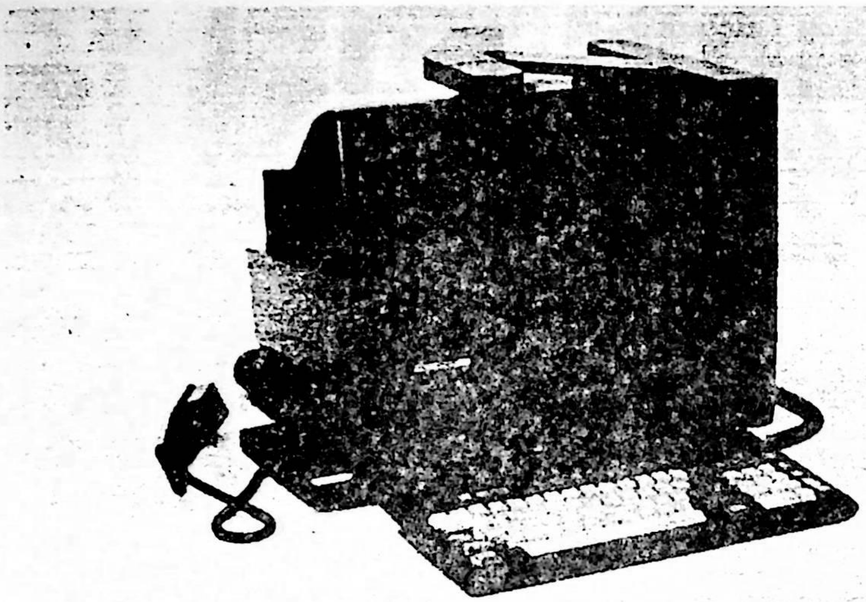
צרפת: ISDN באזור בריטני, עבור עסקים קטנים ומקצועיים (מתכננים 95% מכל הארץ עד 1995); ב־ביאריץ, נחשב ה־I(B)SDN ניסוי ראשוני.

גרמניה: DBP מתכננת כניסה ל־I(B)SDN ב־1990 עם גישת המנוי ל־150 מ״ב/ש ועד הרחבה ל־600 מ״ב/ש.

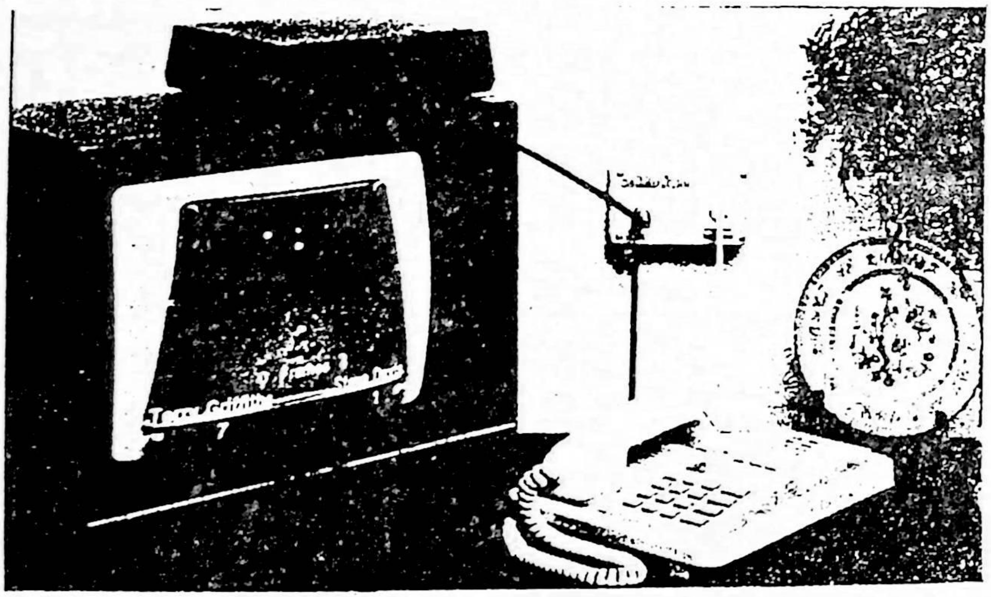
אנגליה: ה־ISDN נקרא IDA (INTEGRATED DIGITAL ACCESS), ומתוכננים לשווק עבור המשתמשים הגדולים.

בארצות הברית־וקנדה: TELECOM CANNADA, קיימת הרשת הספרתית הרחבה ביותר עבור טלפון – ומתוכננת הכנסת השירותים ISDN כמו דואר אלקטרוני, דואר קולי, וידיאוטקס, דפי זהב, וכו׳ ברשת הקיימת.

ביפן: TTN מתכנן 100% קשר ספרתי בין עירוני ובמרחקים גדולים עד 1990. היפנים הכניסו רסל״ש משנת 1984, והשם שניתן – INS (INFORMATION NETWORK SYSTEM) ומבוסס על סיבים אופטיים ותקשורת לוריינית. לאחרונה גם יפן הצהירה על הצטרפות



ציור 5
חברת NEC היפנית מציגה ציוד לדוגמא, המשלב טלפון, מחשב אישי, מסוף נתונים וציוד וידאו.



ציור 6
טלויזיה בכבלים משולבת עם רסל״ש

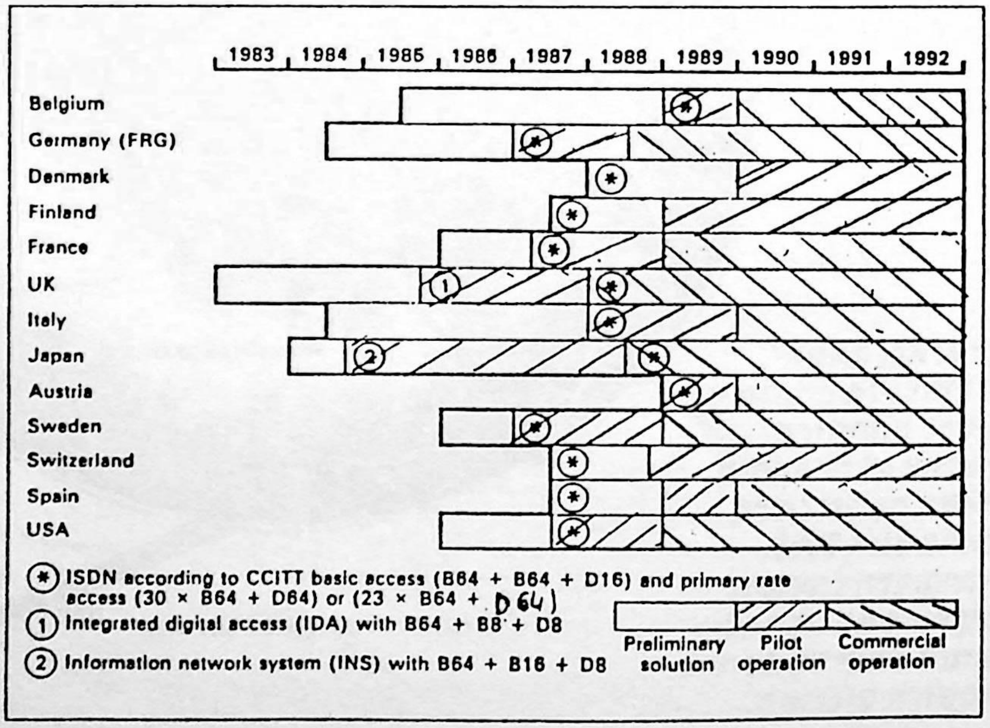
לסטנדרטים של CCITT ו־ISO, במערכות פתוחות.

בציור 10 מובאת דיאגרמה המתארת את התפתחות הרסל״ש בארצות שונות, וממנה עולות הגישות השונות של הארצות, וכן הנקודות שעליהן יש הסכמה.

גם בארץ פועל משרד התקשורת (עם גורמים נוספים, כמו בזק ועוד) לקראת פיתוח רסל״ש. עד כה עברו 35% ממרכזיות הטלפון למרכזיות ספרתיות.

***יש ארצות המפתחות רשל״ש באמצעות הממשלה או סוכנויות הטלפון, הטלגרף והדואר (PTT). ברובן מתכננים את הרשת ל־25 השנים הבאות.***

ציור 10
רסל״ש בארצות שונות







ציור 11א', 11ב'
מערכת מסובכת

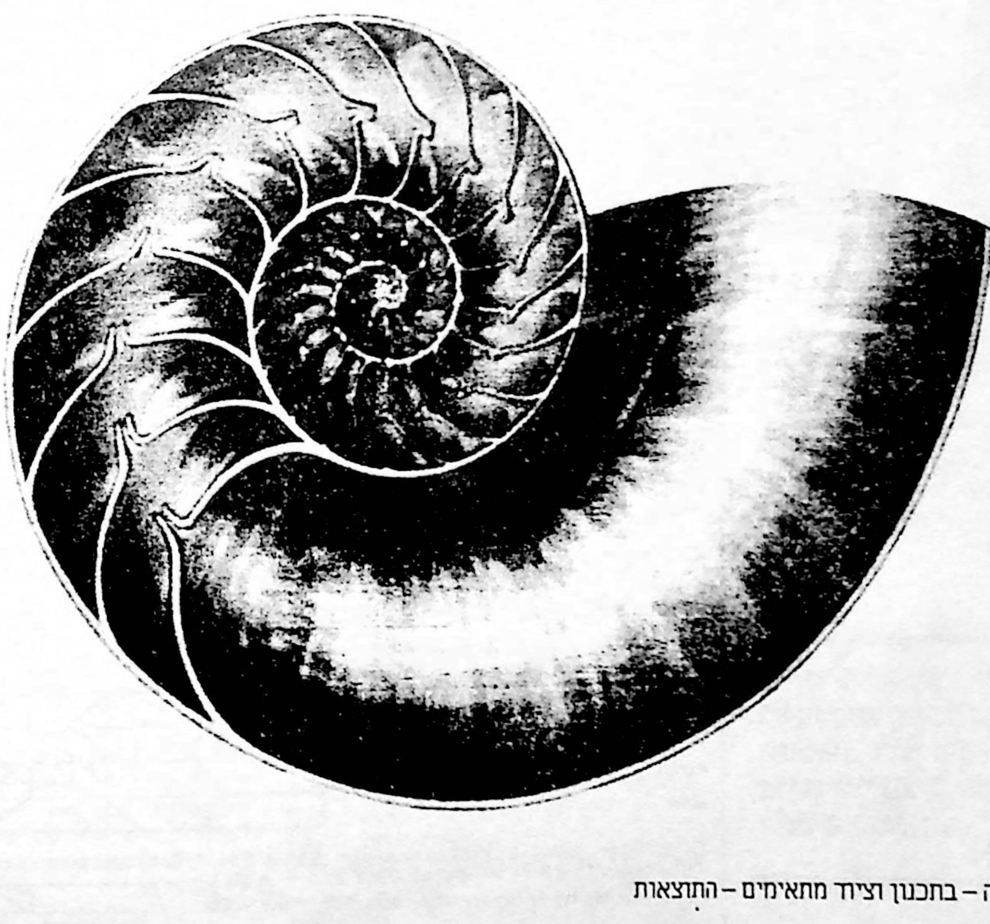
**גורמים רבים מעוניינים בפיתוח רסל"ש: ספקי רשתות מקומיות ואזוריות, ספקי מרכזיות ציבוריות ופרטיות, וכן ספקי מחשבים ושירותים שונים.**

## סיכום

גורמים רבים מעוניינים בפיתוח רסל"ש: ספקי רשתות מקומיות ואזוריות, ספקי מרכזיות ציבוריות ופרטיות, וכן ספקי מחשבים ושירותים שונים.

פעמים רבות יצרני ציוד מסוים אינם מודעים לדרישות הכלליות של המערכת, וכדי להגיע לרסל"ש יוצרים מערכת מסובכת מאוד (ציורים 11 א', 11 ב').

ואולם, כאשר מתכננים תכנון מתאים, מבוסס על תפיסה כוללנית, ובציוד מתאים (ציור 12), המוצר הסופי יעמוד בגידול מודולרי, ויהיו לו התכונות הנדרשות למטרה הסופית: המשתמש יהיה מסוגל להעביר דיבור, נתונים, טקסט ותמונות באותה שיטה ודרך אותם אמצעים לכל מקום בעולם. ■



ציור 12
ולעומתה – בתכנון וציוד מתאימים – התוצאות טובות.

# רשתות תקשורת לשרותים משולבים בישראל

## ISDN, IBCN, INS

ההתפתחות הטכנולוגית המודרנית הובילה לחתונה משולשת בין מחשבים, טלויזיה וטלפון, באמצעות תקשורת סיפרתית, שהביטוי הסופי שלה הוא ה־ISDN (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK) כלומר רשת תקשורת לשרותים משולבים (להלן רשת״מ). כיוון זה הוא גם המומלץ בישראל ע״י התת־ועדה לתשתית התקשורת.

לעומת זאת , ביפן, הכיוון הוא INFORMATION NETWORK SYSTEM (INS) שעיקרה העברת דיבור, נתונים, טקסט ותמונות סטטיות ונעות באותה הרשת.

היפנים מתכוננים להקים רשת חדשה לגמרי, המבוססת על סיבים אופטיים, לעומת ה־ISDN המבוסס על רשת הטלפונים הקיימת.

ISDN תומך במיגוון של שרותים - דיבור, נתונים, טקסט ותמונות - באמצעות מעגל אחד (הקרוא לפעמים בשם DIGITAL PIPELINE) ובמימשק יחיד סטנדרטי. ההתפתחות העכשווית של השיטה הזאת היא להעביר את אותם השרותים שצויינו למעלה, אבל להעביר גם תמונות נעות (MOVING IMAGES) במהירות גבוהה. באירופה מתנהל גם פרוייקט שמטרתו פיתוח רשת להעברת מידע חזותי, דיבור ונתונים אשר ייקרא IBCN (INTEGRATED BROADBAND COMMUNICATIONS NETWORK) הפרוייקט מתוכנן להתבצע ב–1990. הרשת תהיה מותאמת לכל הארצות אירופאיות, לכל שיטות המיתוג והעברת מידע, גם לעסקים וגם לבתים פרטיים. כל המתגים יהיו דיגיטלים וכל התמסרות תעשנה דרך סיבים אופטיים (כדוגמת ה־INS היפני).

פיתוח הרשת IBCN קשור לפיתוח המואץ ב־ISDN בשיטת פס־רחב באיטליה, ITALTEL מתכננת נסיון ברומא עבור 1989. באנגליה ישנו פרוייקט UNISON לחיבור רשתות תקשורת מקומיות לרשתות נתונים במהירויות גבוהות מאוד רחבות־פס המסוגלות להעביר דיבור וגרפיקה ברזולוציה גבוהה ותמונות נעות בזמן אמת.

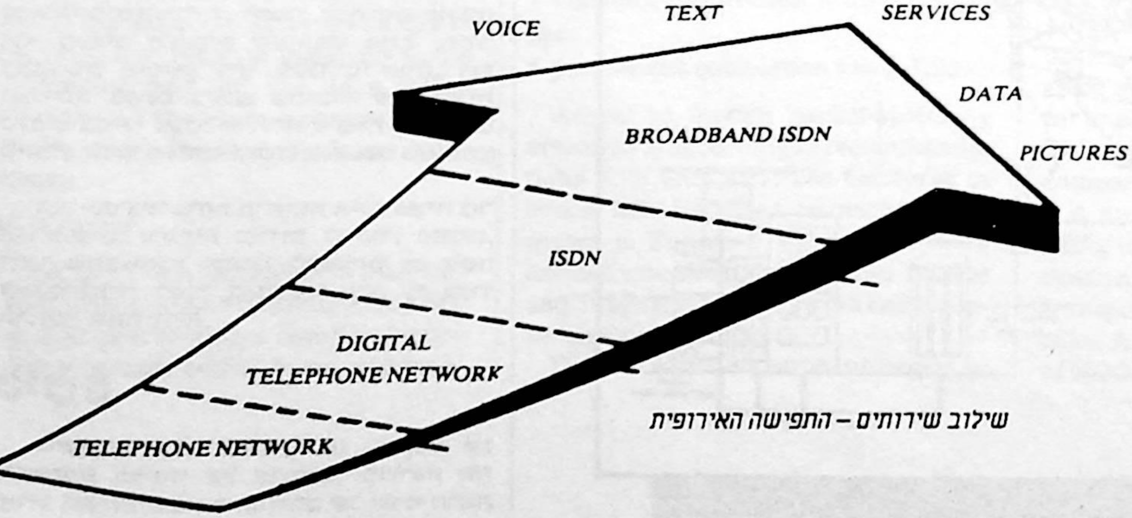
בישראל, מאחר שהתוכניות הישנות של משרד התקשורת הצביעו על התפתחות הרשת המשולבת רק לאחר שנות 2000, תת־הועדה לתשתית תקשורת ממליצה על פיתוח מואץ של תשתית תקשורת סיפרתית, השלמת הסבת עיקר המיתוג והתמסורת במדינה לרשת סיפרתית עד שנת 1995, הקמת פרוייקט ISDN נסיוני באופן מידי (ולפי השקפתי האישית, בפס־רחב) להפעלת בארץ ISDN לפני 1990 והפעלת רשת ISDN בקנה מידע מסחרי עד שנת 1995.

יש לציין שרשתות נסיוניות הוקמו במדינות גדולות (ארה״ב, גרמניה, בריטניה, צרפת, יפן) וגם בארצות קטנות (פינלנד, שבדיה, ספרד, קוריאה, סינגפור) כדי ללמוד את הטכנולוגיה ולהתאימה לבעיות המיוחדות של הרשת בכל מדינה. פיתוח ה־ISDN גם בארץ יוביל לפיתוח התקשוב ובזה לפתרון בעיות הצרכנים. למשרד התקשורת תפקיד מכריע בניהול ותיאום הפעילות בין חברת ׳בזק׳, תעשיית האלקטרוניקה והתקשורת, מוסדות מחקר וכו׳

ההנעה ליישום ה־ISDN היא מסיבות כלכליות, גמישות תפעולית והצורך בנגישות המנוי למיגוון שירותים ולא רק לטלפוניה הבסיסית המקובלת היום.

הפעילות ב־ISDN מתרכזת סביב שרות טלפוני בסיסי בקצב 64 אלפי סימנים לשניה עם איתות בערוץ משותף של 16 אלפי סימנים לשניה.

**ISDN תומך במיגוון של שרותים – דיבור, נתונים, טקסט ותמונות – באמצעות מעגל אחד ובמימשק יחיד סטנדרטי. ההתפתחות העכשווית של השיטה הזאת היא להעביר את אותם השרותים שצויינו למעלה, אבל להעביר גם תמונות נעות (MOVING IMAGES) במהירות גבוהה.**




שילוב שירותים – התפישה האירופית

**בישראל, מאחר שהתוכניות הישנות של משרד התקשורת הצביעו על התפתחות הרשת המשולבת רק לאחר שנות 2000, תת־הועדה לתשתית תקשורת ממליצה על פיתוח מואץ של תשתית תקשורת סיפרתית.**

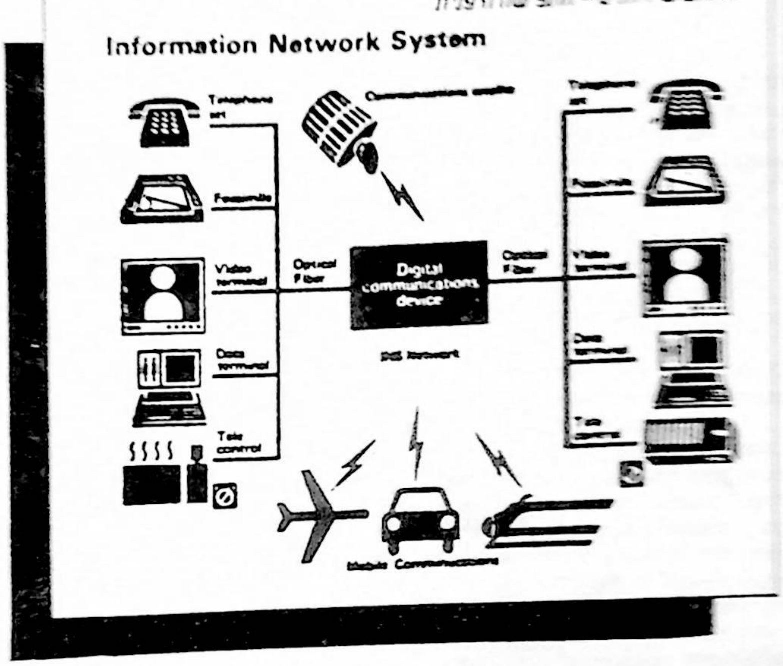
[illegible]

[illegible] של [illegible] המצה. עתירות הון
[illegible] שני [illegible] של הגישה
[illegible] שירותי נמצא בתקשורת גם
[illegible] לתשתית התקשורת שהיצע
[illegible] [illegible] יותר בנושאי
[illegible] בנושאי תקשורת. כדי
[illegible] של המשק ולנצל את
[illegible] בתחום שירותי תקשורת,
[illegible] התחרותי כגון,
[illegible] במסגרת דווקא
[illegible] [illegible] של זה,
[illegible] כדי לאפשר השתלבות
[illegible] ברשתות חב"ל.

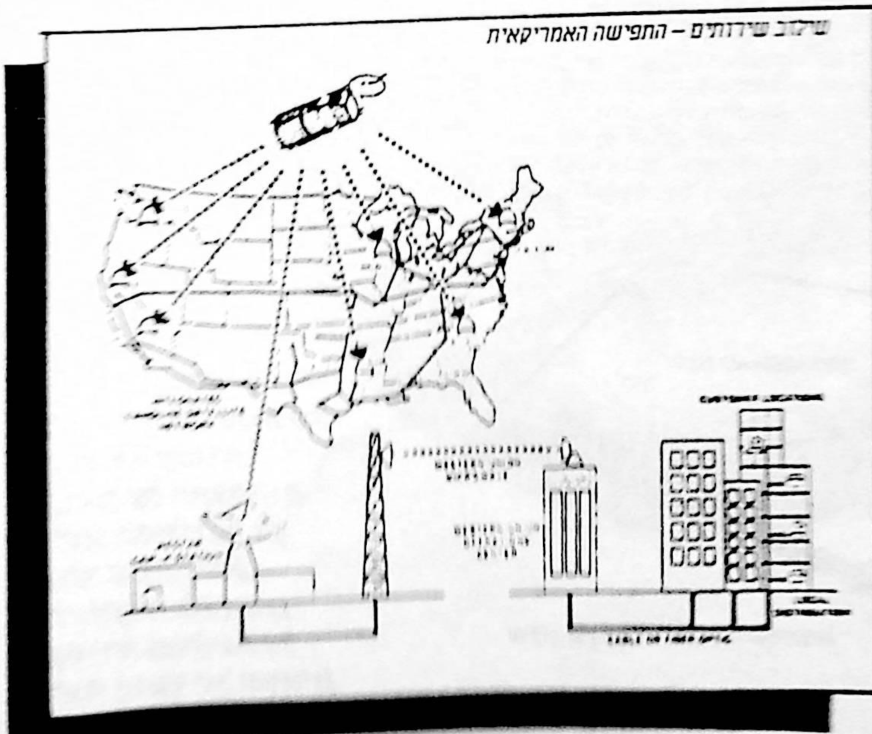
[illegible] של תת הועדה לתשתית
[illegible] לתקשוב שהוגשה
[illegible] בסוף שנת 1985 למשרד
[illegible], רשת"ב בארץ לא תישאר בגדר
[illegible] ■

בחזית כרגע מתחרים
שירותי רשת"ב
בתחרות – בריטניה
וארה"ב – המוביל
הלאומי עדיין נמצא
בתחום, בארץ, שרותי
תקשורת בסיסיים
בטכנולוגיה הקיימת
הם מונופול בגדול של
חברת 'בזק'.

שילוב שירותים – התפישה היפנית




שילוב שירותים – התפישה האמריקאית



# ISRANET: Israel's Packet-Switched Network

## TECHNICAL NOTE

The structure of the Israeli PTT was changed at the beginning of February 1984, when the PTT ceased to be run directly by the Ministry of Communication (MOC). A new government-owned corporation named Bezeq — the Israel Telecommunication Corporation Ltd. — was formed to operate the telephone and radio networks.

The MOC has a policy of deregulation and liberalization. New services are being developed and market changes are occurring — particularly in local, metropolitan, and wide area networks as well as more generally in the provision of hardware and software. Value-added services are encouraged by the MOC and particular attention is paid to quality, reliability, and price. Although Bezeq has an effective monopoly, it will not be allowed to drive out private value-added services.

Competition is encouraged but the MOC does not envisage the appearance of a full competitor to Bezeq for telephone service. The Minister can, however, grant licenses for telephone services in limited areas. The general aim of the MOC is to respond positively to the increasing demand for data transmission and to ensure a range of high-quality services using the latest technology.

### ISRANET

ISRANET is a packet-switching network, operated and maintained by Bezeq, that provides data communication both internally within Israel and internationally. In Israel, the service is available via switching nodes in Tel Aviv, Jerusalem, Ber-Sheva, and Haifa. The switching nodes, network control centre, and concentrators are based on GTE Telenet equipment.

The service and facilities conform to the CCITT series X recommendations, and connections to ISRANET are of two basic types: dial-up or dedicated. The cost to users is based on time usage and the volume of information transmitted. The following services are available:

- asynchronous dedicated connection at standard rates (300 bps, 1200 bps)
- V.24 interface with automatic rate recognition up to 1200 bps
- synchronous dedicated connection at standard data rates (up to 9600 bps); V.24 interface (X.25, 3270, 2780/3780)
- dial-up by an asynchronous terminal at rates of 300 and 1200 bps; each user receives a network user identity number
- videotex connection with 1200/75 bps
- permanent connection using X.25.

Access to foreign packet-switching networks is according to recommendations X.75 and X.21. The networks to which ISRANET has connections are shown in **Figure 1**. To the USA there are two satellite links (entry to Telenet and TYMNET) and there is a cable connection to England.

The ISRANET experiment began in 1981 and the system became fully operational in 1983. Currently there are five nodes (two in Tel Aviv), but plans call for the number of nodes to double by the end of 1986. Approximately 7100 data lines are now in use in Israel and an additional 2970 are planned for introduction by the end of 1986. Currently there are 750 subscribers to ISRANET, 400 permanently connected and 350 dial-up. An additional 1070 new subscribers are forecast by April 1987.

Estimates of potential business users over the next 4 years give a forecast of 160,000 data subscribers by the year 1990. These forecasts contain some specific groupings: 15,000 subscribers in banks and insurance agencies; 12,000 in government; 10,000 in services; 8000 in commerce; 4000 in industry; 2000 in transport and tourism; 2000 in agriculture; etc. There are no forecasts as yet for domestic usage.

In addition to ISRANET, the MOC and Bezeq are working together on a new network, SIFRANET, which will be a digital point-to-point network based on leased lines and intended for both voice and data. SIFRANET is planned for implementation in August 1986 and is designed for data rates of 2 Mbps, compared with 64 kbps for ISRANET.

A further network development relating to voice, data, and image transmission is the leasing of three 72-Mbps transponders on the INTELSAT V satellite. A government-owned subsidiary of MOC and Bezeq — AT Communica-

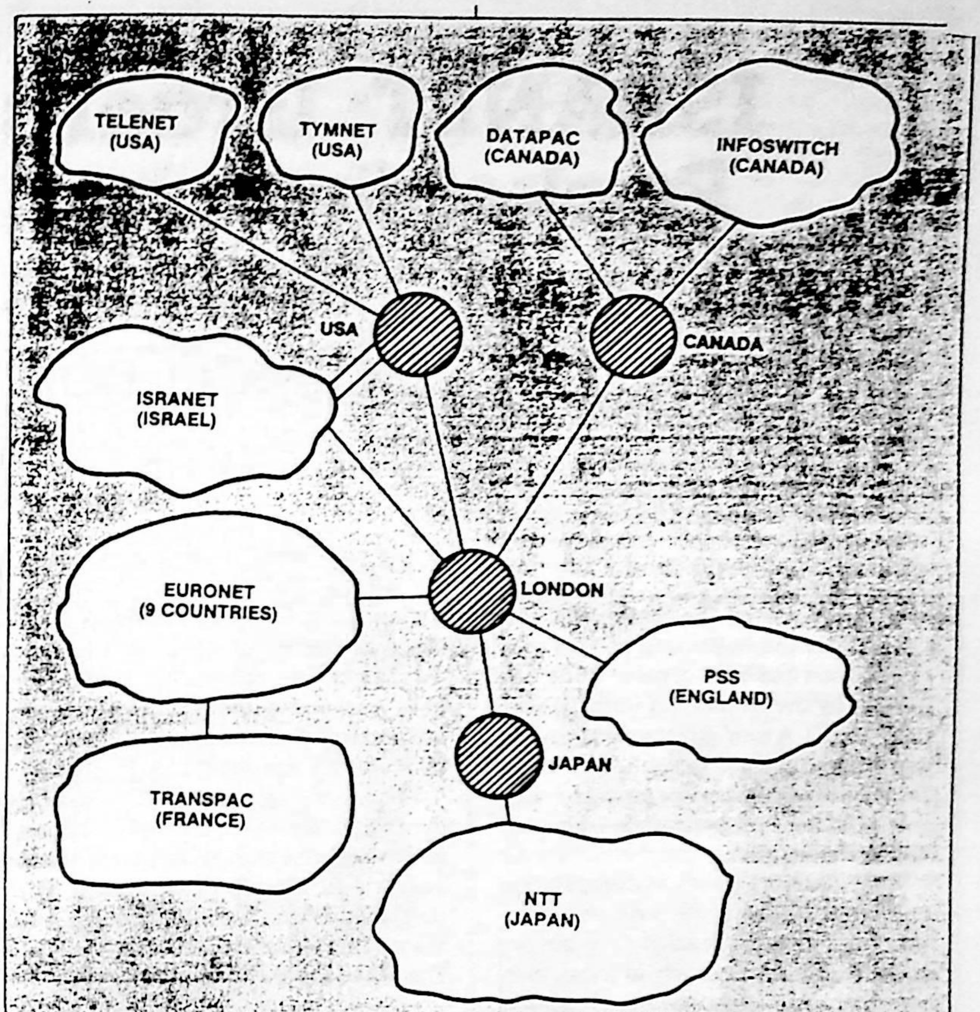



**Fig. 1 International packet-switching network.**

tion Channels Ltd. — is charged with the planning and implementation of this agreement for domestic transmissions.

Planned future service developments include: the introduction of an ISDN network; the connection of Israel's network to the TAT-8 fibre-optic transatlantic cable; and the large-scale introduction of fibre optics. Cellular/mobile radio telephone systems are being introduced as a joint venture between Motorola, Tadiran, and Bezeq. (These systems are called Pele-Phone, which in Hebrew means "wonderful telephone.")

## RELATED ACTIVITIES

Aurec Goldnet is a provider of computerized information services to the Israeli business marketplace. Goldnet has acquired over 2000 users for its electronic mail, office automation, and information retrieval and distribution products.

Elnet Ltd. was established in January 1984 to develop the Israeli videotex market, providing communication and information services to the general public. It was founded under the auspices of three major Israeli corporations: Tadiran Ltd., the largest electronics manufacturer in Israel; Elbit Computers Ltd., one of Israel's largest electronic and computer manufacturers, both in civil and military products; and Yediot Aharonot, the largest newspaper publisher in Israel. □

# רשת תקשורת צבורית להעברת נתונים בישראל

**רשתות המאפשרות שירותי העברת נתונים נפוצות יותר ויותר בעשור האחרון והן נפוצות כמעט בכל מדינות מערב אירופה, אמריקה זיפן.**

**גם בישראל הוכרזה ב־1983 רשת תקשורת להעברת נתונים ושמה "ישראנת": ישראל נתונים.**

**הרעיון הבסיסי מאחורי רשת כזאת הינו שהיא מכסה את כל המדינה שהיא משרתת ולכן ניתן לקבל באמצעותה קישור דומה של קו נקודה לנקודה (נל"נ), מכל מקום לכל מקום.**

**כיוון שאין צורך להניח קו נל"נ אמיתי בין שתי יחידות הקצה, אלא רק לחברן לצמתי הרשת הקרובים אליהן ניתן ברוב המקרים לספק למשתמשים שירותי תקשורת, במחיר זול יותר לעומת קו נל"נ אמיתי ובזמן קצר יותר.**

**מאמר זה דן ברשת "ישראנת": עקרונות הפעולה, התחברות לרשת ולרשתות אחרות ועוד.**

## עקרונות הרשת "ישראנת"

רשת "ישראנת" היא רשת "מיתוג מנות" (Packet-Switching).

הפוטנציאל הטמון במיתוג מנות עבור תקשורת נתונים נתגלה כבר למעשה באמצע שנות ה־60 עת שרוב רובן של רשתות תקשורת הנתונים היו מבוססות על מיתוג מעגלים.

כיום, אומצה טכנולוגית מיתוג המנות כשיטה המובילה ברשתות תקשורת נתונים. מרבית רשתות התקשורת אשר נבנו אחרי 1979 מבוססות על טכנולוגיה זו והיא מהווה מרכיב חשוב במהפיכת המידע המתרחשת בעשורים אלה. באמצעות טכנולוגית המידע אפשר ליצר מידע ולהעבירו באופן אלקטרוני בין מחשבים למשתמשים.

התקשוב יהווה גם גורם מפתח במשק העתידי המשרד הממוחשב למשל, ישלב טיפול בדיבור, נתונים, תמונות וטקסט ויהיה מחובר למחשבים המרכזיים של הארגון.

כל זה יתנהל באמצעות רשת תקשורת אחת אשר תשתמש במיתוג מנות.

מרכז תקשורת גם יספק שירותים חינוכיים ובידוריים, גישה לספריות ציבוריות ממוחשבות וקורסים אוניברסיטאים, ביצוע תשלומים ושירותים בנקאיים אחרים (בעזרת ה־Smart Card) קבלת חדשות ומידע מטעם גופים ממשלתיים וציבוריים כגון מזג אויר, שערי בורסה וכו', דואר אלקטרוני ועוד שרותים רבים אחרים.

## מיתוג מנות לעומת מיתוג מעגלים

לפני שפותחה טכנולוגית מיתוג מנות השתמשו לרוב במיתוג מעגלים.

מיתוג המעגלים מבוסס על מרכזות מיתוג המאפשרות תקשורת ישירה בין משתמשים רבים.

במיתוג מעגלים המערכת יוצרת קשר פיזי בין שני גורמים המעוניינים בתקשורת. משאבי המערכת מוקצבים למשתמשים במשך כל זמן השיחה עד שמושמע אות הניתוק. לאחר ניתוק מעגל הקשר בין שני המשתמשים נותרים משאבי המערכת ללא שימוש עד הדרישה הבאה.

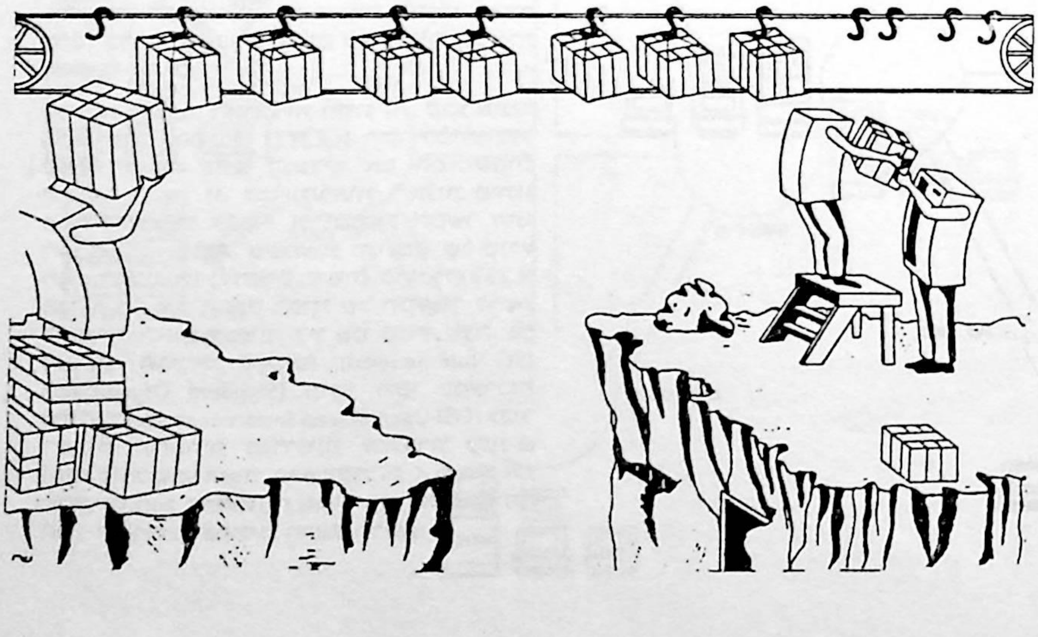
בשיטה זו ניצולת קוי התקשורת הינה נמוכה

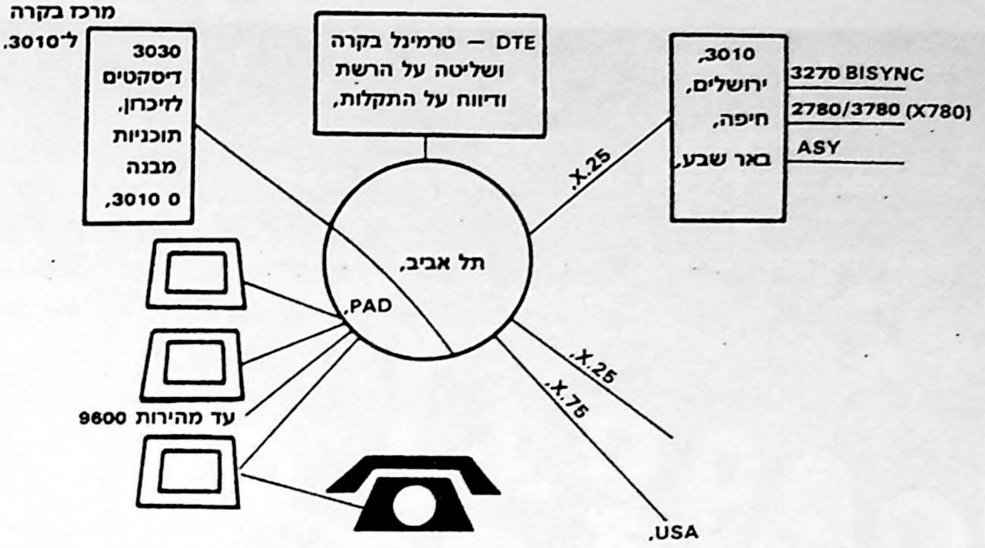
מאוד בגלל חוסר יעילות בניצול מכשירי הקצה ובגלל הצורך בקשר פיזי מיוחד לכל שיחה ושיחה. העברת נתונים בין מסוף למחשב או בין שני מחשבים נחשבת גם היא לשיחה טלפונית ובמערכת מיתוג מעגלים היא מתבצעת כפי שתואר לעיל.

במיתוג מנות, מחובר המשתמש (מסוף או מחשב) לצומת ברשת ע"י קשר פיזי של נקודה לנקודה או ע"י קשר פיזי בחיוג.

הצומת היא מרכזת המיתוג ונקודת הכניסה אל הרשת. הרשת כוללת מספר צמתים מחוברים ביניהם: הצומת המשרת את המתקן המשגר (למשל מסוף) נקרא צומת המקור, הצומת שהמתקן קולט מחובר אליו נקרא צומת יעד. נתונים המוזרמים למתקן המשגר מועברים לצומת היעד ומופרדים ליחידות קטנות הנקראות "מנות".

**ציור 1: שיטת מיתוג מנות**






ציור־2: "ישראנת" — רשת מיתוג מנות (PSN)

הצומת מוסיף לכל מנה נתוני בקרה המאפשרים לזהות אותה ולבקר את העברתה דרך הרשת. עם השלמת הכנת המנה שולח אותה צומת המקור דרך עורק התקשורת ומתחיל בהכנת המנה הבאה.
כך, מספקת הרשת למנה שירותי משלוח בצורה דינמית רק כאשר יש מנה מוכנה למשלוח, הרשת מעבירה אותה מצומת המקור לצומת הבא: ולכן אין צורך להקצות משאבים למתקן שאינו מוכן עדיין לשידור נתונים. (ציור מס׳ 1) הצומת המקבל את המנה בודק אותה כדי לוודא שאינה כוללת שגיאות שחלו בזמן ההעברה, לאחר מכן קורא הצומת את נתוני הבקרה כדי לדעת מהו יעד המנה. בצומת היעד המנה מתפרקת למרכיבה והנתונים נשלחים אות אחרי אות אל מתקן המקבל.

היתרונות העיקריים של מיתוג מנות לעומת מיתוג מעגלים הם:

א. משאבי תקשורת מוקצים בצורה דינמית לכל משתמש כך שיש ניצולת מירבית של הרשת.

ב. ניתן לחבר מסופים רבים לכניסת מחשב אחת באמצעות קו תקשורת יחיד.

## התחברות לרשת "ישראנת"

הרשתות המסחריות הראשונות הוקמו בשנות ה־70 כדי לקשר בין מסופים למחשבים מתוצרת יצרנים שונים.

על מנת לאפשר התחברות מסוג זה, קבע איגוד הטלגרפיה והטלפון (CCITT) תקן בפרוטוקול בשם המלצה X.25 המגדיר את המימשקים לחיבור לרשת זו. לכן נקראות רשתות מיתוג מנות "רשתות X.25" (פרוטוקול הקשר הינו הסכם לגבי מבנה, משמעות ותיזמון של מידע המועבר בין שני מתקנים ברשת). פרוטוקול X.25 מגדיר רק את החלק הפיזי של הקישור לרשת להעברת האינפורמציה בין שני מנויי קצה. גם הארגון הבינ״ל לתקינה (ISO International Standard Organisation) תיקן תקן למערכות פתוחות (OSI Open System Interconnection) עבור רשתות תקשורת מודרניות להעברת נתונים והוא כולל שבע רמות. פרוטוקול X.25 מגדיר את שלוש הרמות התחתונות מתוך שבע אלה: הרמה הפיזית, רמת הנתונים ורמת הרשת.

לצורך קליטה ועיבוד מלאים של המידע, חייבת כל תחנה לספק את ארבע הרמות הנוספות המוגדרות במודל.

על החברות המייצרות מחשבים וציוד להעברת מידע, לדאוג להתאים את המוצר לתקן ה־OSI. ברשתות מיתוג מנות יש מספר פרוטוקולים נפוצים X.75 (X.3, X.28, X.29), X.25, XXX ו־X.121 שפותחו ע״י CCITT (ראה ציורים 2 ו־3).

תקן X.25 נוצר כדי לספק מימשק סטנדרטי בין רשתות מידע ציבוריות למתקנים הפועלים על בסיס מנות כדוגמת מחשבים, מאגד או מסוף.

בפרוטוקול X.25 ניתן להעביר תשדורות רבות בו זמנית על עורק פיזי יחיד של הרשת.

רשת X.25 מכילה אפשרויות כדלקמן:

א. יצירת קשר פיזי בין המתקן לבין הרשת.

ב. יצירת קשר לוגי מעל הקשר הפיזי.

ג. יצירת מעגל לוגי מקצה לקצה להעברת מידע באמצעות מנות.

* תקן X3 מגדיר קבוצה של פרמטרים הקובעים איך תפקח הרשת על מתקן שאינו מבוסס על מנות.

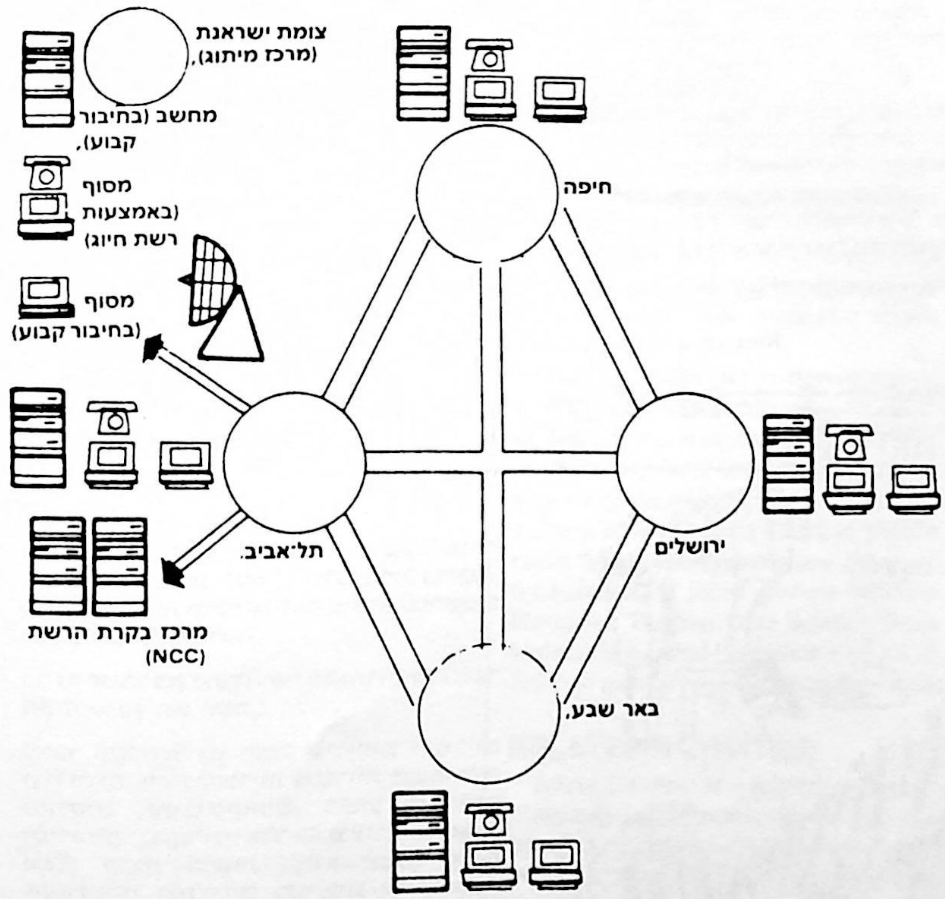
* תקן X28 מגדיר שפת פקודות אשר בעזרתה מתקשר המשתמש עם הרשת. פקודות אלה מאפשרות למשתמש להזין קשר, לבטל קשר או לקבוע פרמטרים של X3 באמצעות המסוף.

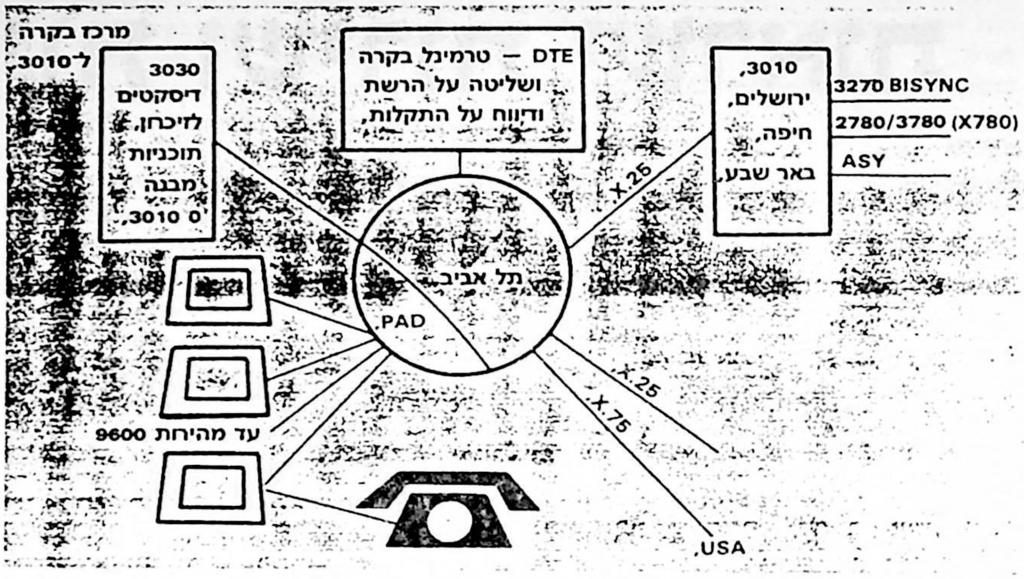
* תקן X29 הוא פרוטוקול עילי אשר באמצעותו מתקן מרוחק מבוסס־מנות יוכל לקבוע ולקרוא פרמטרים של X.3 בצומת המקור. X.29 מאפשר למתקן המקבל לשנות את הפרמטרים בצומת המקור כדי להתאים את פעולת הרשת לדרישות הספציפיות של המתקן המקבל.

* פרוטוקול X.75 הינו גרסה מורחבת של X.25 והוא משמש כפרוטוקול בין רשתות.

* פרוטוקול X.121 הינו טיוטת כתובות בינלאומיות לרשת נתונים ציבורית שמטרתה לזהות את המתקנים המחוברים לרשת (טבלה מס׳ 1 וציור 4).

ציור־3: מבנה רשת ישראנת,






ציור 2: "ישראנת" — רשת מיתוג מנות (PSN)

הצומת מוסיף לכל מנה נתוני בקרה המאפשרים לזהות אותה ולבקר את העברתה דרך הרשת. עם השלמת הכנת המנה שולח אותה צומת המקור דרך עורק התקשורת ומתחיל בהכנת המנה הבאה.

כך, מספקת הרשת למנה שירותי משלוח בצורה דינמית רק כאשר יש מנה מוכנה למשלוח, הרשת מעבירה אותה מצומת המקור לצומת הבא: ולכן אין צורך להקצות משאבים למתקן שאינו מוכן עדיין לשידור נתונים (ציור מס' 1) הצומת המקבל את המנה בודק אותה כדי לוודא שאינה כוללת שגיאות שחלו בזמן ההעברה, לאחר מכן קורא הצומת את נתוני הבקרה כדי לדעת מהו יעד המנה. בצומת היעד המנה מתפרקת למרכיבה והנתונים נשלחים אות אחרי אות אל מתקן המקבל.

היתרונות העיקריים של מיתוג מנות לעומת מיתוג מעגלים הם:

א. משאבי תקשורת מוקצים בצורה דינמית לכל משתמש כך שיש ניצולת מירבית של הרשת.

ב. ניתן לחבר מסופים רבים לכניסת מחשב אחת באמצעות קו תקשורת יחיד.

## התחברות לרשת "ישראנת"

הרשתות המסחריות הראשונות הוקמו בשנות ה־70 כדי לקשר בין מסופים למחשבים מתוצרת יצרנים שונים.

על מנת לאפשר התחברות מסוג זה, קבע איגוד הטלגרפיה והטלפון (CCITT) תקן בפרוטוקול בשם המלצה X.25 המגדיר את המימשקים לחיבור לרשת זו. לכן נקראות רשתות מיתוג מנות "רשתות X.25" (פרוטוקול הקשר הינו הסכם לגבי מבנה, משמעות ותיזמון של מידע המועבר בין שני מתקנים ברשת). פרוטוקול X.25 מגדיר רק את החלק הפיזי של הקישור לרשת להעברת האינפורמציה בין שני מנויי קצה. גם הארגון הבינ"ל לתקינה (ISO International Standard Organisation) תיקן תקן למערכות פתוחות (OSI Open System Interconnection) עבור רשתות תקשורת מודרניות להעברת נתונים והוא כולל שבע רמות. פרוטוקול X.25 מגדיר את שלוש הרמות התחתונות מתוך שבע אלה: הרמה הפיזית, רמת הנתונים ורמת הרשת.

לצורך קליטה ועיבוד מלאים של המידע, חייבת כל תחנה לספק את ארבע הרמות הנוספות המוגדרות במודל.

על החברות המייצרות מחשבים וציוד להעברת מידע, לדאוג להתאים את המוצר לתקן ה־OSI. ברשתות מיתוג מנות יש מספר פרוטוקולים נפוצים X.75 (X.3, X.28, X.29), X.25, XXX ו־X.121 שפותחו ע"י CCITT (ראה ציורים 2 ו־3).

תקן X.25 נוצר כדי לספק מימשק סטנדרטי בין רשתות מידע ציבוריות למתקנים הפועלים על בסיס מנות כדוגמת מחשבים, מאגד או מסוף.

בפרוטוקול X.25 ניתן להעביר תשדורות רבות בו זמנית על עורק פיזי יחיד של הרשת.

רשת X.25 מכילה אפשרויות כדלקמן:

א. יצירת קשר פיזי בין המתקן לבין הרשת.

ב. יצירת קשר לוגי מעל הקשר הפיזי.

ג. יצירת מעגל לוגי מקצה לקצה להעברת מידע באמצעות מנות.

★ תקן X3 מגדיר קבוצה של פרמטרים הקובעים איך תפקח הרשת על מתקן שאינו מבוסס על מנות.

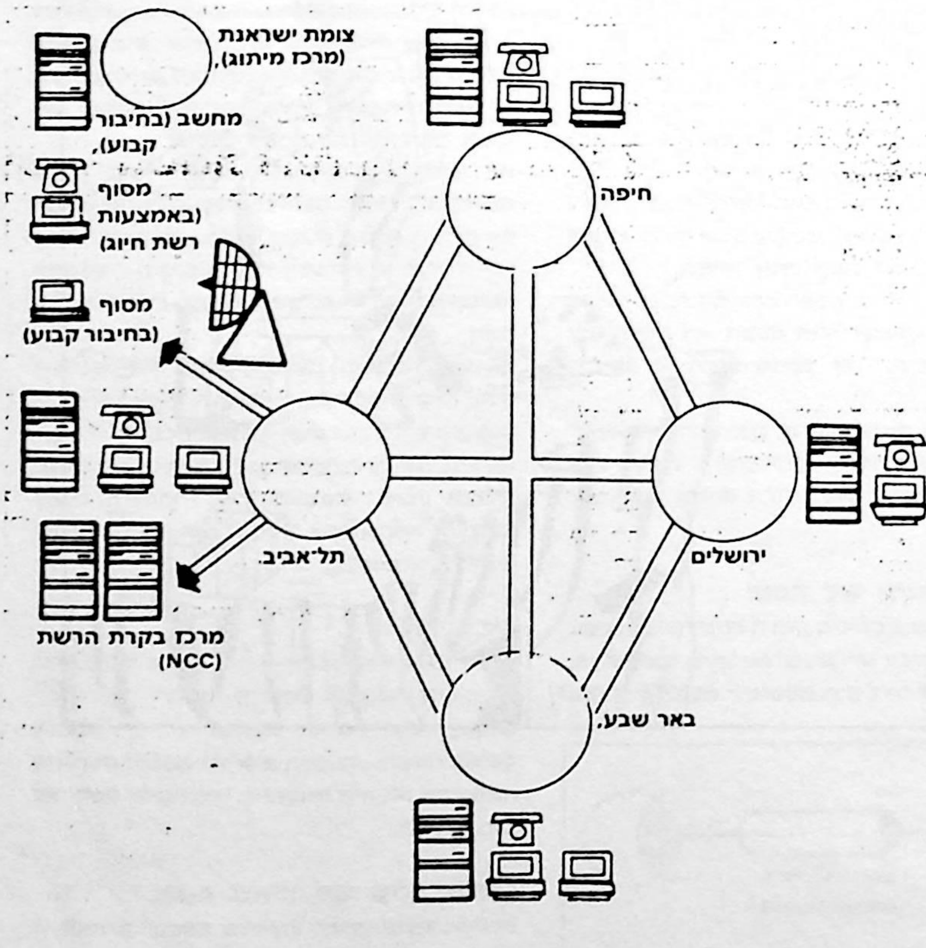
★ תקן X28 מגדיר שפת פקודות אשר בעזרתה מתקשר המשתמש עם הרשת. פקודות אלה מאפשרות למשתמש להזין קשר, לבטל קשר או לקבוע פרמטרים של X3 באמצעות המסוף.

★ תקן X29 הוא פרוטוקול עילי אשר באמצעותו מתקן מרוחק מבוסס־מנות יוכל לקבוע ולקרוא פרמטרים של X.3 בצומת המקור. X.29 מאפשר למתקן המקבל לשנות את הפרמטרים בצומת המקור כדי להתאים את פעולת הרשת לדרישות הספציפיות של המתקן המקבל.

★ פרוטוקול X.75 הינו גרסה מורחבת של X.25 והוא משמש כפרוטוקול בין רשתות.

★ פרוטוקול X.121 הינו טיוטת כתובות בינלאומיות לרשת נתונים ציבורית שמטרתה לזהות את המתקנים המחוברים לרשת (טבלה מס' 1 וציור 4).

ציור 3: מבנה רשת ישראנת.



# מיתוג מנות ושירות ישראנת

בחינת הפוטנציאל הטמון במיתוג מנות עבור תקשורת נתונים החלה כבר למעשה באמצע שנות ה־60.

באותו זמן כמעט כל רשתות תקשורת הנתונים היו מבוססות על מיתוג מעגלים. היום טכנולוגיית מיתוג מנות (PACKET SWITCHING) אומצה כשיטה המובילה ברשתות תקשורת נתונים. מרבית רשתות התקשורת אשר נבנו אחרי 1979 מבוססות על טכנולוגיה זו והיא מהווה מרכיב חשוב במהפכת המידע המתרחשת בעשורים אילו.

ע"י טכנולוגיית המידע, אפשר ליצר מידע ולהעבירו באופן אלקטרוני בין מחשבים ובין משתמשים. במשק העתידי תהווה התקשורת גודם מפתח. המשרד הממוחשב, למשל, ישלב טיפול בקול, נתונים, תמונות וטקסט ויהיה מחובר למחשבים המרכזיים של הארגון. כל זה יתנהל באמצעות רשת תקשורת אחת אשר תשתמש במיתוג מנות. טכניקת מיתוג מנות תחדור גם לבית. הטלפון, הרדיו ומכשיר הטלביזיה יוחלפו ע"י מרכז תקשורת ביתי שיכלול מצג וידיאו, לוח מקשים, טלפון, מיקרו־מחשב ומאגר נתונים מקומי.

מרכז התקשורת יספק כישורי מיחשוב לניהול רשומות ביתיות. פעולות כספיות שונות הקשורות בקניות ותשלומים יבוצעו מהבית תוך שמירת התנועות שבוצעו.

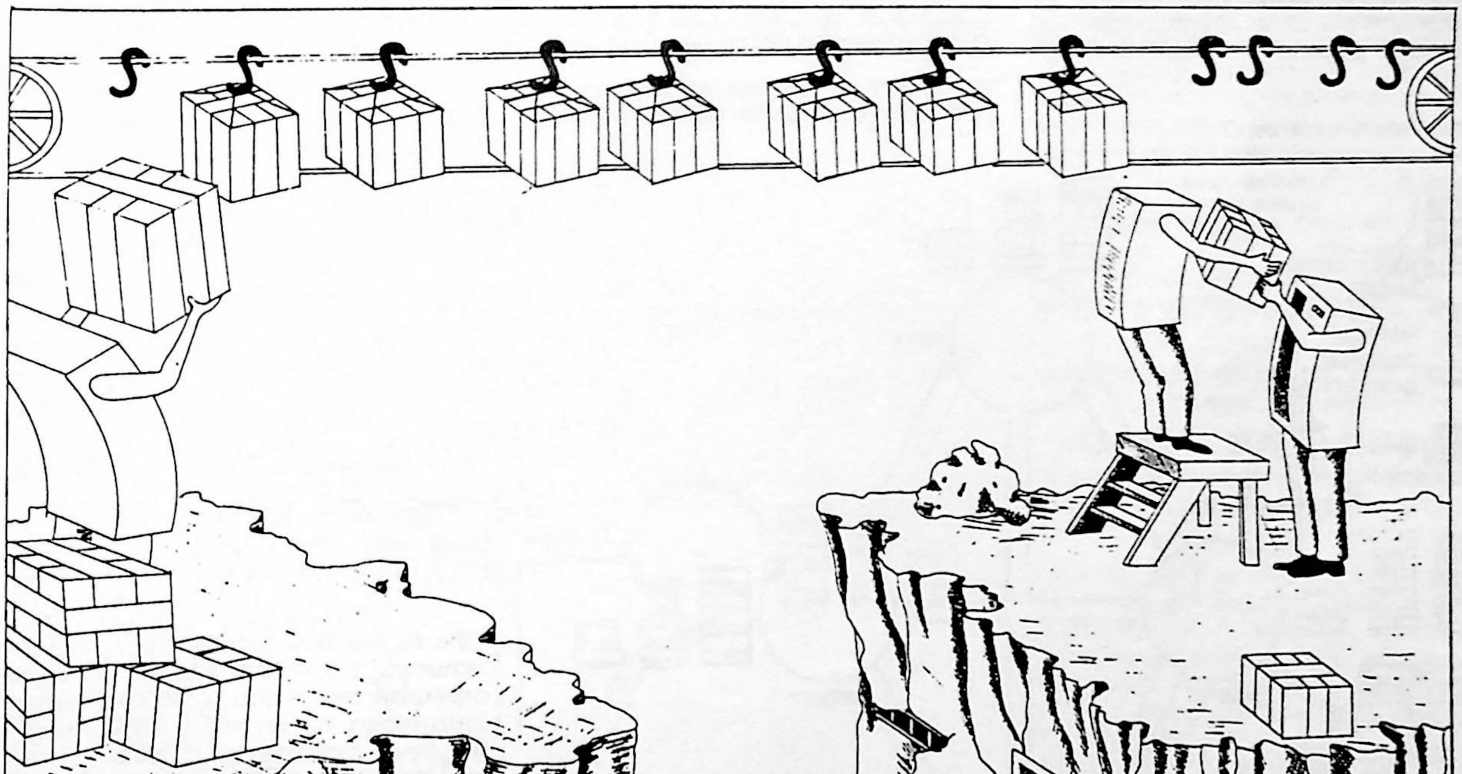
מרכז התקשורת גם יספק שרותים חינוכיים ובידוריים לכל המשפחה. תתאפשר גישה לספריות ממוחשבות ציבוריות וקורסים אוניברסיטאיים. ניתן יהיה לקלוט בבית ספרים אשר יוצגו ע"ג מירקע הטלביזיה. במסגרת השירותים אפשר יהיה גם לכלול בידור מחר"ל (כגון משחקי טלביזיה, מוסיקה); מידע צרכני ורכישה ממוחשבת; תשלומים ושירותים בנקאיים; חדשות ומידע מטעם גופים ממשלתיים וציבוריים (כגון מזג אויר, שערי בורסה ועוד); דואר אלקטרוני.

## מיתוג מנות לעומת מיתוג מעגלים

לפני שפותחה טכנולוגיית מיתוג מנות שלטה טכנולוגיית מיתוג המעגלים.

מיתוג מעגלים מבוסס על מרכזיות מיתוג אשר מאפשרות תקשורת ישירה בין משתמשים רבים. במיתוג מעגלים המערכת יוצרת קשר פיזי זמני בין 2 גורמים המעוניינים בתקשורת. משאבי המערכת מוקצים למשתמשים במשך כל זמן השיחה עד שמושמע אות הניתוק. לאחר ניתוק המעגל (הקשר בין שני המשתמשים), משאבי המערכת נשארים ללא שימוש עד הדרישה הבאה.

בשיטה זו ניצולת קוי התקשורת הינה נמוכה מאוד בגלל חוסר יעילות בניצול מכשירי הקצה ובגלל הצורך בקשר פיזי מיוחד לכל שיחה ושיחה. העברת נתונים בין מסוף למחשב או בין שני



מחשבים אפשר לראותה כשיחה טלפונית ובמע־רכת מיתוג מעגלים היא מתבצעת כפי שתואר לעיל.

ברשת מיתוג מנות המשתמש (מסוף או מחשב) מחובר לצומת ברשת ע"י קשר פיזי של נקודה לנקודה.

צומת הינה מרכזת מיתוג ונקודת כניסה אל הרשת. הרשת כוללת מספר צמתים המחוברים ביניהם. הצומת המשרת את המיתקן המשגר (למשל מסוף) נקרא צומת המקור. הצומת שהמיתקן הקולט מחובר אליו נקרא צומת היעד.

נתונים המוזרמים למיתקן המשגר מועברים לצר־מת המקור ומופרדים ליחידות קטנות הנקראות מנות. הצומת מוסיף לכל מנה נתוני בקרה אשר מאפשרים לזהות אותה ולבקר את העברתה דרך הרשת. כאשר הושלמה הכנת המנה, צומת המקור שולח אותה דרך עורק תקשורת ומתחיל בהכנת המנה הבאה.

הרשת מספקת למנה שירותי משלוח בצורה די־נמית: כאשר ישנה מנה המוכנה למשלוח, הרשת מעבירה אותה מצומת המקור אל הצומת הבא. באופן כזה אין צורך להקצות משאבים למיתקן שאינו מוכן עדיין לשידור נתונים.

הצומת המקבל את המנה בודק אותה כדי לוודא שאינה כוללת שגיאות שאולי קרו בזמן ההעברה. לאחר מכן הצומת קורא את נתוני הבקרה כדי לדעת את יעד המנה. בצומת היעד המנה מתפרקת למרכיביה והנתונים נשלחים, סימן אחרי סימן, אל המיתקן המקבל.

היתרונות העיקריים של מיתוג מנות לעומת מיתוג מעגלים הם:

א. משאבי תקשורת מוקצים בצורה דינמית לכל משתמש.

ב. מסופים רבים יכולים להיות קשורים לכניסת מחשב אחת באמצעות קו תקשורת יחיד.

## עקרונות של אריזת מנה, העברתה ובדי־קת הגעתה

ארכיטקטורה של רשת מיתוג מנות (להלן רמ"מ) בנויה משני מרכיבים עיקריים: א. צמתים ב. עורקי תקשורת.

הצומת מספק חומרה ותוכנה להכנת המנות ואריי־זתן למשלוח דרך עורקי התקשורת. עורקים אלו הינם קווי תקשורת מהירים אשר מחברים את צמתי הרשת.

הצומת מבקר ומווסת את הקצב שבו מיוצרות המנות וקצב העברתן דרך עורקי התקשורת. לכל צומת אפשר לחבר מספר מוגבל של מיתקנים שאותם הוא יכול לשרת. בתנאי רשת רגילים רמ"מ יכולה לקשר בין סוגים שונים של מסופים ומחשבים בעלי קודים ומהירויות שונים והיא עושה זאת ע"י מנגנונים מיוחדים מתוכנתים מראש שקופים למשתמש הממוקמים בצמתים.

רמ"מ מאפשרת שני סוגים של קשרים:

א. קשרים פיזיים

ב. קשרים לוגיים

**קשר פיזי**

קשר פיזי חייב להתקיים בין כל משתמש לבין הרשת. קשר כזה יכול להיות קבוע או באמצעות חיוג.

בקשר קבוע המשתמש צריך רק להפעיל את המיתקן כדי להתחבר לרשת. בקשר חיוג המש־תמש מתחבר לרשת ע"י יצירת קשר טלפוני רגיל. בשני המקרים הקשר הפיזי מעביר את האותות מהמשתמש אל הצומת לפני התחלת התקשורת.

**קשר לוגי**

כאשר המשתמש מחובר כבר לרשת באמצעות הקשר הפיזי, אפשר להעביר תשדורת למשתמש אחר הקשור לרשת באמצעות קשר לוגי. הבקשה ליצירת תשדורת נוצרת ע"י צומת המקור. צומת המקור יוצר מנה מיוחדת שמטרתה להעביר את בקשת התשדורת דרך הרשת לצומת היעד.

צומת היעד מקבל את הבקשה, מעבד את נתוני המנה ומאתר את מיתקן היעד שאליו מכוונת בקשת התשדורת. מיתקן היעד יכול להיות מוכן או לא מוכן לקבל את התשדורת. אם המיתקן מוכן, צומת היעד יוצר מנה מיוחדת שמטרתה להודיע לצומת המקור על אפשרות קיום התשדר־רת. צומת המקור מצדו מודיע למתקן המקור שאפשר להתחיל בשידור. עם התחלת התשדורת הרשת יוצרת קשר לוגי בין שני המשתמשים במשך כל זמן התשדורת עד שאחד מהם מנתק את הקשר.

## אריזת מנות

המידע המגיע לרמ"מ חייב להארז במנות כדי שמנה כזאת תוכל להיות מועברת דרך הרשת כיחידה נפרדת.

הנתונים נארזים למנות ע"י מנגנון אריזת מנות הנמצא בצומת. אריזת המנה מתחילה כאשר הסימן הראשון מגיע ממיתקן המשתמש ומוכנס לזיכרון הצומת.

כל סימן נוסף המגיע לצומת מוכנס למנה. תהליך זה נמשך עד אשר המנה נשלמת ואפשר לשלוח אותה. בנקודה זו נסגרת המנה ומוצמדים לה נתוני הבקרה למשלוח באמצעות הרשת.

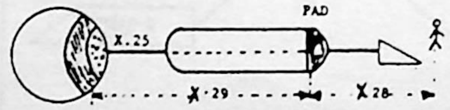
גודל המנה משתנה בהתאם לאורך המילה הנהוג ברשת. כותרת המנה מכילה נתוני זיהוי ובקרה הדרושים לטיפול במנה בתוך הרשת.

נתוני הזיהוי כוללים מספר זיהוי של המנה ומספר סידורי כדי שאפשר יהיה לזהות את הסדר שבו נוצרו המנות וע"י כך לבדוק אובדן או כפילות מנות.

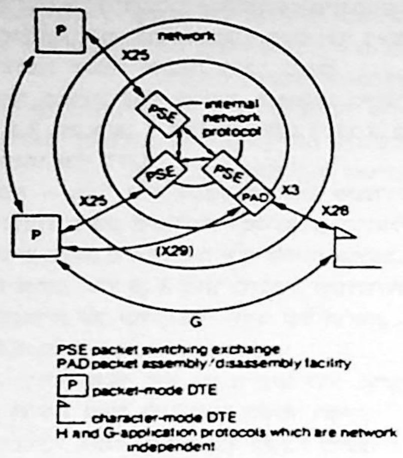
נתוני הבקרה קיימים בעיקר במנה הראשונה ומט־רתם ליצור את הקשר הלוגי. מנה זו נקראת מנת התשדורת ומכילה את כתובת מיתקן היעד ומי־תקן המקור.

## שדה הנתונים של המנה

נתוני המשתמש כלולים בשדה הנתונים של המנה. גודל המנה נקבע ע"י מספר הסימנים שבשדה זה. לכל רשת יש גודל מנה מקסימלי משלה שבו היא



Remote handler.



Protocols in a packet-switched data service.

יכולה לטפל.

מנה נוצרת כאשר הגיע לפחות סימן אחד, כלומר מנה בגודל מינימלי מכילה סימן אחד. גודל המנה הינו גורם חשוב גם עבור המשתמש וגם עבור הרשת. כאשר המשתמש שולח תשדורות ארוכות במנות קטנות, יותר מנות נוצרות ומועברות ברשת וזה גורם לצפיפות ועיכובים ברשת ויכול לגרום להוצאות גבוהות עבור המשתמש.

לעומת זאת, כאשר יש צורך באינטראקטיביות גבוהה ותגובה מהירה של מיתקן היעד, יש תועלת במנות קטנות. כאשר יש צורך להעביר כמויות גדולות של נתונים משתמשים במנות גדולות יותר.

כאשר מנה מועברת ברשת, נשמר עותק שלה בזיכרון של צומת המקור. עותק זה נשאר בזיכרון עד אשר מתקבלת הודעה שהמנה נקלטה ע"י צומת היעד ואז הוא נמחק מהזיכרון.

אם המנה אינה מתקבלת בצומת היעד – או שמתקבלת בצורה מעוותת – ההודעה המתאימה לא נקלטת וצומת המקור שולח את המנה שנית.

כדי לשלוח את המנה, היא מוכנסת ל'מסגרת' ומועברת לעורק התקשורת ע"י מנגנון שידור מנות.

המסגרת אחראית להעברת המנה ללא שגיאות בתוך הרשת. נוסף לכותרת המנה ושדה הנתונים, המסגרת כוללת גם ספח שתפקידו לבדוק אם קרו שגיאות במהלך התקשורת וע"י כך הוא מופקד על שלמות ונכונות הנתונים. בתוך המסגרת מנגנון המשלוח אינו אחראי לתוכן המנה וגם לא לקשר שבין המשתמשים.

## פירוק מנות

מנגנון זה אחראי להחזרת תוכן המנה למתכונתה המקורית והעברתה למיתקן היעד.

כותרת המנה נקראת והודעה על כך נשלחת לצומת המקור. הכותרת מופרדת מהמנה והנתונים המקוריים נלקחים ומועברים דרך הקשר הפיזי אל צומת היעד.

## פרוטוקולים של מיתוג מנות

הפעלת רמ"מ כרוכה בשימוש במספר פרוטוקולי רשת.

פרוטוקול קשר הינו הסכם על מיבנה, משמעות ותיזמון של מידע המועבר בין שני מיתקנים ברשת. הפרוטוקול מאפשר מימשק סטנדרטי באמצעותו רשתות שונות יכולות לדבר ביניהן.

כמה מפרוטוקולי הרשת הנפוצים ביותר הינם X.X.X (X.3, X.28, X.29) X.25 X.75 ו־X.121. כל אלה פותחו ע"י CCITT.

X.25 – נוצר כדי לספק מימשק סטנדרטי בין רשתות מידע ציבוריות למיתקנים הפועלים על בסיס מנות. מיתקן כזה יכול להיות מחשב, מאגד או מסוף. ע"י X.25 ניתן להעביר תשדורות רבות ברזמנית על עורק פיזי יחיד של הרשת.

X.25 מכיל אפשרויות כדלקמן:

א. יצירת קשר פיזי בין מיתקן לבין הרשת.

ב. יצירת קשר לוגי מעל הקשר הפיזי.

ג. יצירת מעגל לוגי מקצה לקצה להעברת מידע באמצעות מנות.

X.X.X. כולל:

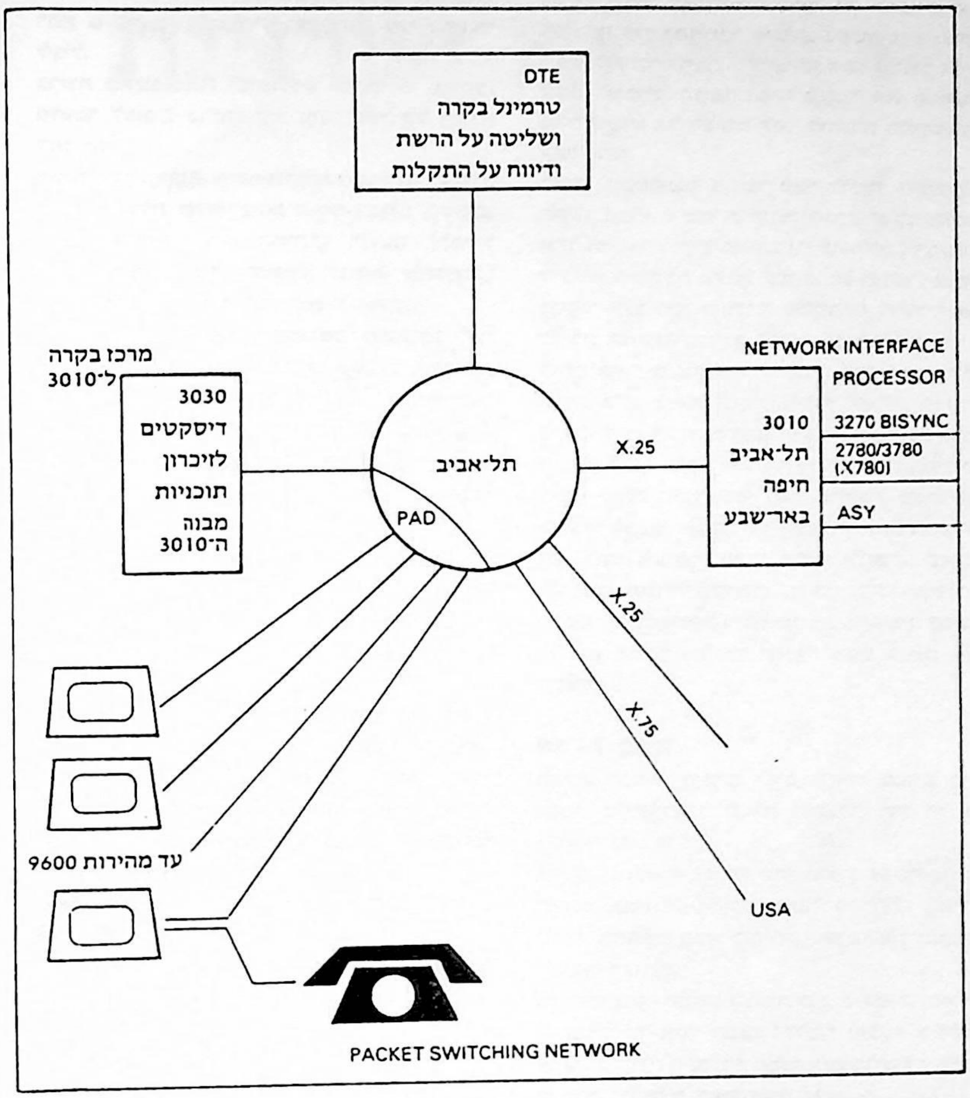
X.3 – המגדיר קבוצה של פרמטרים הקובעים איך הרשת מפקחת על מיתקן שאינו מבוסס־מנות.

X.28 – מגדיר שפת פקודות אשר בעזרתה המשתמש מתקשר עם הרשת. פקודות אלו מאפשרות למשתמש להזמין קשר, לבטל קשר או לקבוע פרמטרים של X.3 באמצעות המסוף.

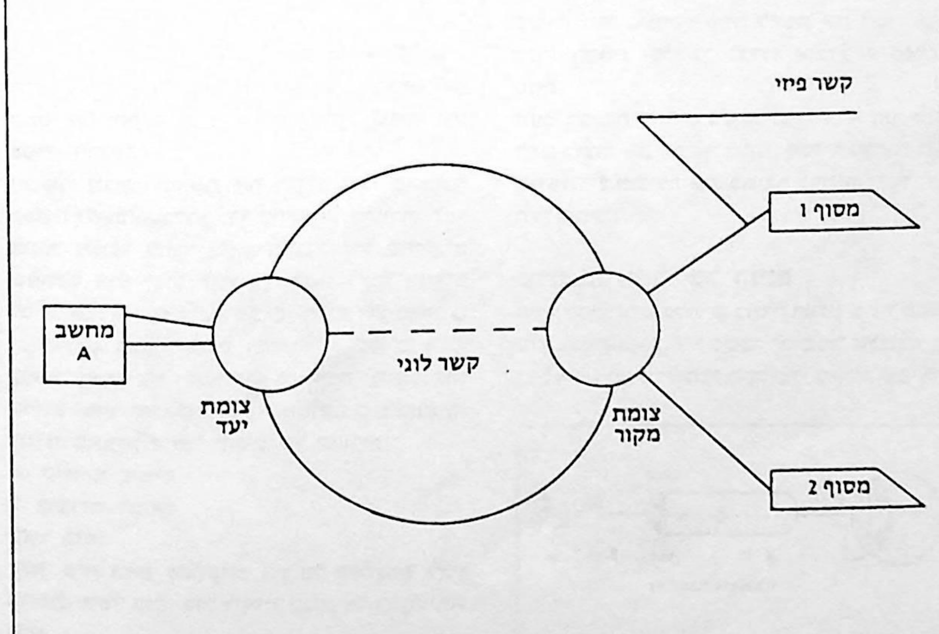
X.29 – זהו פרוטוקול עילי אשר באמצעותו מיתקן מרוחק מבוסס־מנות יכול לקבוע ולקרוא פרמטרים של X.3 בצומת המקור. X.29 מאפשר למיתקן המקבל לשנות את הפרמטרים בצומת המקור כדי להתאים את פעולת הרשת לדרישות הספציפיות של המיתקן המקבל.

X.75 הינו גירסה מורחבת של X.25 והוא משמש כפרוטוקול בין רשתות.

X.121 – הינו שיטת כתובות בינלאומית לרשות נתונים ציבוריות שמטרתה לזהות את המיתקנים המחוברים לרשת.




מעגלים מרובים בקשר מיתוג מנות.




## ישראנת – ישראל נתונים – שרות תקשורת ציבורי חדשני להעברת נתונים

בשנת 1981/82 החל משרד התקשורת להפעיל שרות ציבורי חדשני להעברת נתונים בצורה ממוחשבת, הקרוי בשם 'ישראנת' – ישראל נתונים. עיקרו – יצירת הקשר בין מחשבים ומסופים באמצעות מערכת מיתוג, בדומה לחיוג הטלפוני הרגיל ומבלי להזדקק לקו מיוחד ויקר הנמצא דרך קבע בשימוש המנוי.

השירות ניתן באמצעות רשת מתוחכמת, שתוכננה במיוחד להעברת נתונים ע"י שיטת מיתוג מנות, ומאפשר תקשורת בין משתמשים בעלי ציוד שונה. השרות החדש תוכנן מראש לאפשר העברת נתונים באיכות גבוהה בין כל מנויי השרות במחיר נמוך לעומת קווי הנל"ן (נקודה לנקודה), חיוב המנוי נעשה בהתאם לכמות המידע המועבר וזמן תפיסת המערכת.

השרות הישראלי הופעל בהדרגה. בשלב ראשון הופעלו צומת מיתוג בתל־אביב ומספר מאגדים שפוזרו במקומות שונים בארץ.

בעת נמצאים בשלבי הפעלה צמתי מיתוג בירושלים, באר־שבע וחיפה ומרכז בקרה בתל־אביב.

פיתוח הרשת 'ישראנת' יתן תנופה גדולה להתחברויות בין מחשבים בארץ ובחו"ל.

### יישומי השרות ויתרונותיו

לפי מה שמשרד התקשורת פירסם בספרי המידע שהופצו בתערוכת התקשורת 1983, ישראנת כולל את התכונות והכישורים הבאים:

– השרות תוכנן מראש במיוחד להעברת נתונים.

– אפשרות להעברת מידע בין מינויים שציודם פועל במהירויות שונות.

– בקרה מרכזית, הנותנת שליטה מלאה על מצב הרשת ותקינותה 24 שעות ביממה.

– אפשרות שימוש בשרותים נוספים, כגון VIDE-OTEX, דאר אלקטרוני, עריכה בסיסית, וכו'.

– מתן שרות לקבוצות משתמשים סגורות.

– קשר למאגרי מידע בארץ ובחו"ל.

– קשר לרשתות מיתוג נתונים בחו"ל.

– אמינות.

– אמצעים להגנה על פרטיות המשתמשים (מנוי המעוניין בהגנה נוספת על פרטיות, רשאי להש־תמש בציוד הצפנה).

– רציפות הקשר: מתן ניתוב חליפי במקרה תקלה בקוי הקישור הראשיים והפעלה אוטומטית של ציוד גיבוי במקרה תקלה.

– אחריות כוללת לתפעול ציוד התקשורת ולאחזקתו (כולל מודמים) בידי גוף אחד – חב' 'בזק' – החברה הישראלית לתקשורת בע"מ, לשעבר משרד התקשורת.

– השרותים בהמלצות CCITT מסדרת X.

### אופן ההתחברות לשרות

ההתחברות לשרות יכולה להעשות באופנים הב־אים:

– התקנה אסינכרונית קבועה לצומת או למאגד בקצבים סטנדרטיים; מימשק V24; זיהוי אוטומטי של המהירות עד 1200 סל"ש.

– חיבור קבוע לשרות, תוך שימוש בחבילות תוכנה מתאימות ל־X.25.

– חיוג לצומת ע"י מסוף אסינכרוני בקצבים של עד 1200 סל"ש. כל משתמש מקבל זיהוי משתמש (NUMBER USER IDENTIFICATION – NUI).

שרות מיתוג מנות, מאפשר למנוי להתחבר לרשת באמצעות מבוא (PORT) המתאים לסוג המחשב או המסוף שלו ולקבל שרותי מיתוג בארץ ובחו"ל.

### סיכום

ישראנת הינו הצעד הראשון בישראל לשידוך בין מחשבים לתקשורת אשר יוביל לחברה המתו־קשבת.

לפי התחזיות השימוש בתיקשוב (שילוב תיקשו־רת ומיחשוב) ישנה את דפוסי העבודה, הזמן הפנוי, החינוך, הבריאות.

מיתקני תיקשוב יכולים לשמש כתחליף לנסיעות רבות ע"י כך שאנשים יוכלו לראות אחד את השני ולהפעיל מכונות מרחוק.

יהיו המיגבלות ככל שיהיו בתחומים אחרים – בשטח התיקשוב והטכנולוגיה האלקטרונית כמעט ואין מיגבלות. ◆◆

# רשתות הפועלות
# בתקשורת־מנות (Packet-Communication) (א)

**עתיד התקשורת למרחקים מבוסס על מפגש בין טכנולוגיית התקשורת וטכנולוגיית המחשבים ועל החפיפה של שתי טכנולוגיות אלו. יש המנבאים כי מדינה שאינה מוכשרת לעסוק בתמסורת־נתונים באמצעות הטלפון, סיכוייה להתפתחות טכנית בעתיד קלושים. במאמר זה נדון באחד מתחומי התקשורת, בו יש יישום רחב לשתי הטכנולוגיות גם יחד — רשתות לתקשורת־מנות (Packet-Communication Networks).**

### עקרונות בסיסיים של ניצול רוחב הפס

כל תקשורת־רחק נזקקת לתָוֶך להעברת המידע (יהיה זה כבל פיסי, עורק־רדיו או קרן לייזר) וקיבולו המוגבל של התָוֶך, מבחינת רוחב־הפס המעשי שניתן לנצל בו, מחייב את מתכנני המערכות להקציב לכל אפיק את רוחב־הפס הדרוש לו.

מקובלות בעולם שתי גישות שונות להקצבת רוחב־פס:

- **רוחב־פס המוקצב מראש (Pre-Allocated Bandwidth)** בגישה זו משתמשים בקשר הטלפון או הטלקס ומקציבים מראש רוחב־פס קבוע לכל שיחה. רוחב־פס זה עומד לרשות השיחה כל עוד היא נמשכת, והמעגל מתנתק עם גמר הקשר. שיטה זו נקראת מיתוג־מעגלים (Circuit Switching).
- **הקצבה דינמית של רוחב־הפס (Dynamic Allocation of Bandwidth)** בגישה זו (המתאימה במיוחד לתמסורת־נתונים עבור מערכות בעלות מחשבים או מיקרו־פרוססורים) מוקצב רוחב הפס באופן דינמי, כלומר בהתאם לצורך; לכן מאפשרת גישה זו למשתמשים רבים לנצל בעת ובעונה אחת את אותו התָוֶך (אשר בגישה הראשונה היה מוקצב בלעדית לאפיק מסוים). בגישה זו ניתן להשתמש באופן התיווך באגירה (Store-and-Forward Mode) כאשר שיטות העבודה המקובלות הן מיתוג־מסרים (Message Switching) ומיתוג־מנות (Packet Switching). אופן התיווך באגירה פירושו שכל מסר שלם (במקרה של מיתוג־מסרים) או כל מנה של מסר (במקרה של מיתוג־מנות) מקבלים כתובת ומועברים במהירות קבועה מרשת אחת לשנייה, עד אשר הם מגיעים ליעדם.

### מיתוג מנות

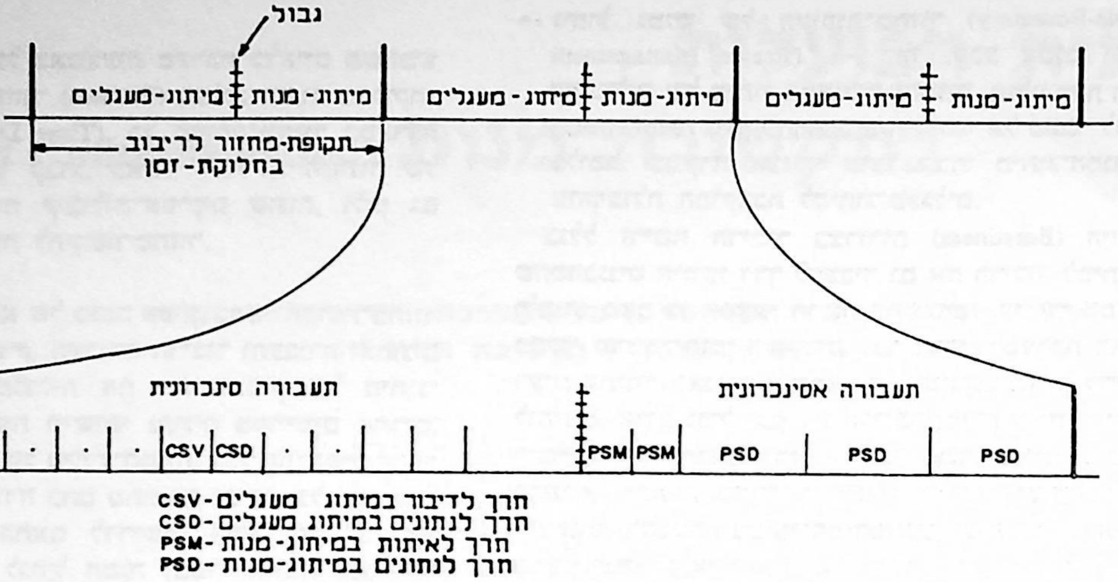
יתרונו הגדול של מיתוג־המנות (לעומת מיתוג המסרים) הוא בגמישותו הרבה. המנות הקטנות סובלות פחות משיהוי, וניצול הרשת יעיל יותר עקב היכולת הרחבה יותר של שימוש בנתיבים תחליפיים. מיתוג־המנות מאפשר לחבר ביניהם מסופים הפועלים במהירויות שונות וכן מערכות מסוגים שונים. מנקודת ראות של המשתמש במערכת אין כל הבדל בין מיתוג־מנות, מיתוג־מסרים ומיתוג־מעגלים, והוא אינו מבחין בשיטת המיתוג הנהוגה. יתרונות אלה של רשתות מיתוג־המנות עוררו עניין רב בשנים האחרונות וקיימת נטייה ברורה שסוג זה של מיתוג ישתלט על מערכות התקשורת הכלל־עולמיות בעתיד הקרוב, מה גם שהוא מאפשר את שילובן של המערכות המיושנות הקיימות, כל עוד הינן עדיין בשימוש.

מיתוג־המנות איננו המצאה חדשה, אלא יישומה־מחדש של טכניקת ההקצבה הדינמית, שכבר היתה בשימוש למעלה ממאה שנה במערכות הדואר והטלגרף וכן במכשירים שפעלו על עקרון סרט הנייר המחורר.

מערכת הפועלת בשיטת מיתוג זו מקציבה רוחב־פס רק כאשר גוש של נתונים מוכן לשידור, ורק לזמן הדרוש לגוש זה כדי לנוע דרך רשת אחת. לכן זקוקה המערכת הן לכושר־עיבוד (Processing Power) והן לאמצעי־חציצה ואגירה (-Buffer Storage Resources) שיספיקו לאגור בכל מתג את המנות הנשדרות.

### שילוב תקשורת-נתונים ודיבור

קיימת גם אפשרות של מערכת־כלאיים בין מיתוג המעגלים למיתוג־המנות. מערכת כזו מעוררת עניין רב מאחר שהיא מאפשרת תקשורת־דיבור או תקשורת־נתונים לחליפין או אפילו בעת ובעונה אחת — כאשר הדיבור מועבר בשיטת מיתוג המעגלים בעוד שעבור הנתונים מופעל מיתוג־מנות. ברור שלשם־כך יש להמיר את הדיבור מצורתו התקבילית לצורה ספרתית באמצעות טכניקה של כימוי (Quantization). את הדיבור הספרתי ניתן עוד לדחוס (ביחס של אחת לשלוש או אף יותר, אפילו כאשר קצב הכימוי הוא גבוה) מאחר שבשיחה רגילה מדבר כל אחד מהמשוחחים במשך פחות משליש הזמן של השיחה. לעומת זאת ניתן בדרך־כלל לדחוס תעבורת־נתונים אף יותר (ביחס של אחד לחמישה־עשר) לכן ברור שלתקשורת־נתונים יתרונות רבים יותר בשימוש במיתוג־המנות.

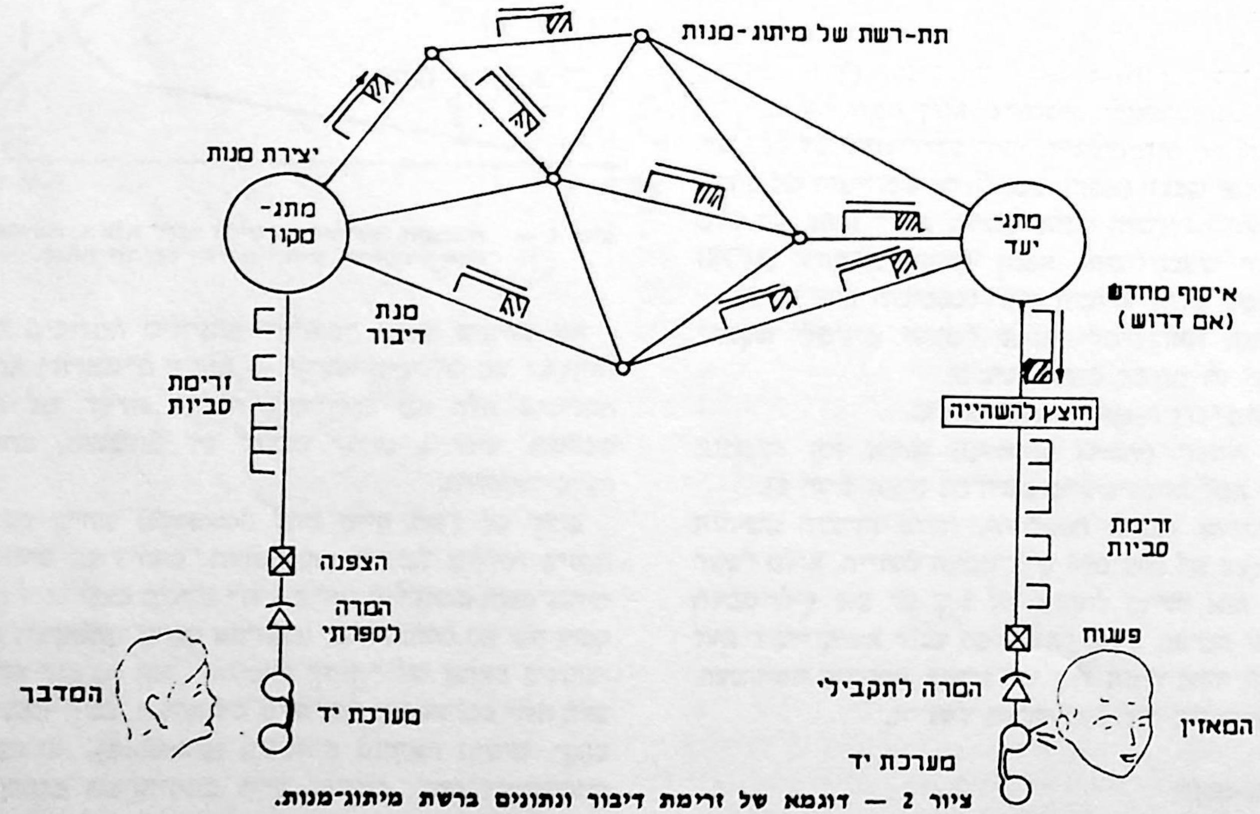



**ציור 1 — דוגמא של אפיק במיתוג־כלאיים עם תקופות־מחזור וחרכים.**

ההתפתחות באלקטרוניקה המודרנית מצמצמת במהירות את הפרשי־העלות בין מתגי־המנות למתגי־המעגלים, דבר שיאפשר להקטין בעתיד עד לשליש את עלות תמסורת־הדיבור בהשוואה לעלות של מערכות מיתוג המעגלים השימושיות כיום.

השימוש במערכת הכלאיים נובע מהעובדה שמיתוג־מעגלים הינו כלכלי (Cost-Effective) לתעבורה המאופיינת ע"י זמן ארוך של העסקת־המעגל (Long-Holding Time) בעוד שמיתוג־המנות כלכלי לתעבורת צרורות (Bursty Traffic) המאופיינת ע"י מסרים קצרים והפסקות ארוכות ביניהם.•

אמצעי המיתוג והתמסורת של מערכת־הכלאיים מוקצבים לתעבורה באופן דינמי. ביישומים מסויימים של תעבורת־נתונים בעלי נפח (Bulk) משתמשים בדרך־כלל במיתוג מעגלים, בעוד שרוב יישומי הנתונים, שהם דו־כיווניים (Interactive) מועברים באמצעות מיתוג־מנות.




**ציור 2 — דוגמא של זרימת דיבור ונתונים ברשת מיתוג־מנות.**

• תעבורת־צרורות (Bursty Traffic) הינה תעבורה בה הזמן הדרוש להקמת הקשר התהתו, בתוספת זמן העברת־המסר, קצר יותר מהזמן העובר עד ליצירת המסר הבא.

**תיאור האפיק**

אפיק תקשורת הפועל באמצעות מערכת־כלאים משתמש בדרך־כלל בתקופות־מחזור (Frames) בעלות ריבוב בחלוקת־זמן (Time Division Multiplex). כל תקופת־מחזור במערכת הינה בעלת מרווח־זמן קבוע, כאשר לחוליות השונות של המערכת יכולות להיות קיבולות־אפיקים שונות, ולכן גם יחסים שונים של סביות לתקופת־מחזור.

בציור 1 נראית דוגמא של מבנה אפיק, בו כל תקופת־מחזור מתחלקת לשני תתי־אפיק. תעבורת־הדיבור ותעבורת הנתונים בעלת הנפח (Bulk) מנצלות את תתי־האפיק של מיתוג־מעגלים, בעוד שהאיתות ויישומי נתונים מסוימים אחרים, מועברים בתתי־האפיק של מיתוג־המנות. בכל תת־אפיק מספר חרכים (Slots) שהתעבורה בהם מתוארת בציור. כל חרך יכול לקבל גודל שונה, בהתאם לדרישות רוחב־הפס (במיתוג מעגלים) או בהתאם לגודל המנה ומסר־האיתות (במיתוג־המנות).

קיימות שתי שיטות לחלוקת קיבול התמסורת:

- **ניהול תקופות־מחזור קבועות** (Fixed-Boundary Frame Management) — כאן חלוקת הקיבול בין מיתוג־המעגלים ומיתוג־המנות בתקופת־מחזור הינה קבועה.
- **ניהול גמיש של תקופות־מחזור** (Moveable-Boundary Frame Management) — כאן נקבע אמנם גבול בין הקיבולות של מיתוג המעגלים והמנות, אולם בעת השימוש במיתוג־מנות ניתן לחרוג באופן דינמי אל מעבר לגבול זה, כלומר, במקרה הצורך ינוצל עבור מיתוג־המנות חלק מהקיבולת המוקצבת למיתוג־מעגלים.

בגלל זרימת הדיבור בצרורות (Burstiness) היה טבעי שהמתכננים חיפשו דרך להעביר גם את הדיבור למיתוג־מנות ולמנוע מצב בו אמצעי הרשת "תפוסים" על־ידי המשוחחים במשך מרווחי־הזמן השקטים, וכך הגיעו למערכת בה מנוצל רעיון התיווך באגירה (באמצעות מיתוג־מנות) הן לדיבור והן לנתונים, אולם גודל המנה ונוהלי־התמסורת עדיין שונים עבור דיבור ועבור נתונים. זרימת דיבור במנות מודגמת בציור 2. הדוגמא מתארת מקרה בו המרת הדיבור לצורה הספרתית והצפנתו (להבטחת בטחון־המידע) מבוצעות באתר המשתמש, בניגוד למקרים אחרים, בהם פעולות אלו מבוצעות במתקן של מערכת התקשורת.

ניתן להוכיח שעבור פרמטרים טיפוסיים להפעלת המערכת ובמערכת־דיבור בעלת חוליה אחת, **אורך המנה האופטימלי נע בין 300 ל־700 סביות.**

# רשתות הפועלות
# בתקשורת־מנות (Packet Communication) (ב)

**בחלק זה של המאמר נתאר את הפרמטרים של המערכת, יעדי הביצוע שלה והמדידות הכמותיות והאיכותיות המבוצעות במערכת מסוג זה.**

**הפרמטרים של המערכת**

להלן נמנה את הפרמטרים העיקריים שיש להגדיר עבור מערכת המעבירה דיבור במיתוג־מנות:

- הסתברות החסימה (Blocking Probability).
- שיהוי המנה מקצה־לקצה (End-to-End Packet Delay).
- זמן המרווח הממוצע בין מנות (Mean Interpacket Gap Time).
- ההסתברות לאיבוד מנה מקצה־לקצה (End-to-End Packet Loss Probability).
- התקורה לרישום נתוני הזיהוי (Header Overhead).
- התפוקה (Throughput).

במקביל, יש להגדיר פרמטרים אלה גם עבור תת־אפיק הנתונים של הרשת. על התפוקה (Throughput) עוד נדון בפרק המדידות בהמשך ולהלן נרחיב מעט את הדיבור על שיהוי המנה מקצה־לקצה.

דרישות השיהוי המקסימלי עבור מנת־דיבור הן 100 עד 200 מילי־שניות. השיהוי שיתקבל תלוי במספר גורמים כגון מספר הניתורים (Hops) מהמקור עד ליעד, קיבול־החוליות וגודל־המנה. בתנאי־פעולה טיפוסיים, אורך המנה האופטימלי, אשר יענה על דרישות השיהוי, יהיה בסדר־גודל של 300 עד 700 סביות (כפי שכבר נאמר). טכנולוגיות מסרימות של קידוד הקול (Vocoder) דורשות מנות קצרות מאוד (300 עד 370 סביות) בעוד שטכנולוגיות אפנון הדופק המקודד (PCM) יכולות להעביר מנות ארוכות יותר (בסביבות 700 סביות).

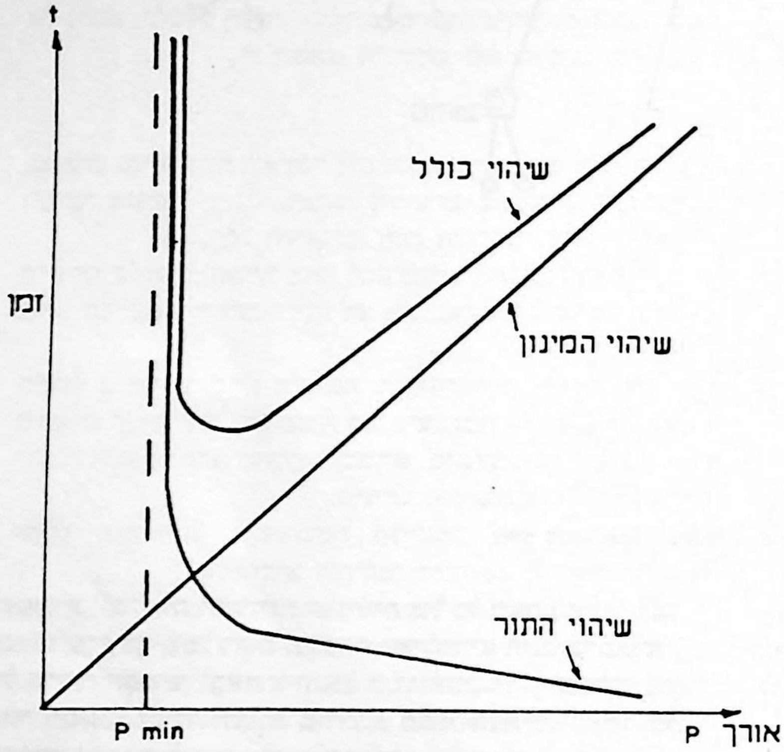
אורך המנה האופטימלי יגרום לשיהוי מינימלי מקצה־לקצה. שיהוי זה מורכב משני רכיבים:

- שיהוי המינון (Packetization Delay).
- שיהוי התור (Queuing Delay) שהוא זמן ההמתנה והטיפול בכל תחנת־ביניים במערכת (ראה ציור 3).

לאחר המרתו לצורה הספרתית, יזרום הדיבור בשיחות מקומיות בקצב של 200־300 קילו־סביות לשנייה, אולם לקשר ארוך־טווח הוא יידחס לתחום של 2.4 עד 3.2 קילו־סביות לשנייה. כפי הנראה כיום, רוחב־הפס עבור אפיק־דיבור בעל איכות טובה יהיה דומה לזה של זרימת הנתונים הממוצעת, כלומר, בסדר־גודל של 800 סביות לשנייה.

**רשת מיתוג־מנות**

רשת טיפוסית של מיתוג־מנות מורכבת ממספר מחשבים המכונים "מארחים" (Hosts), מערכת מתגים (Switches) ותָוֶךְ־התמסורת המקשר ביניהם.

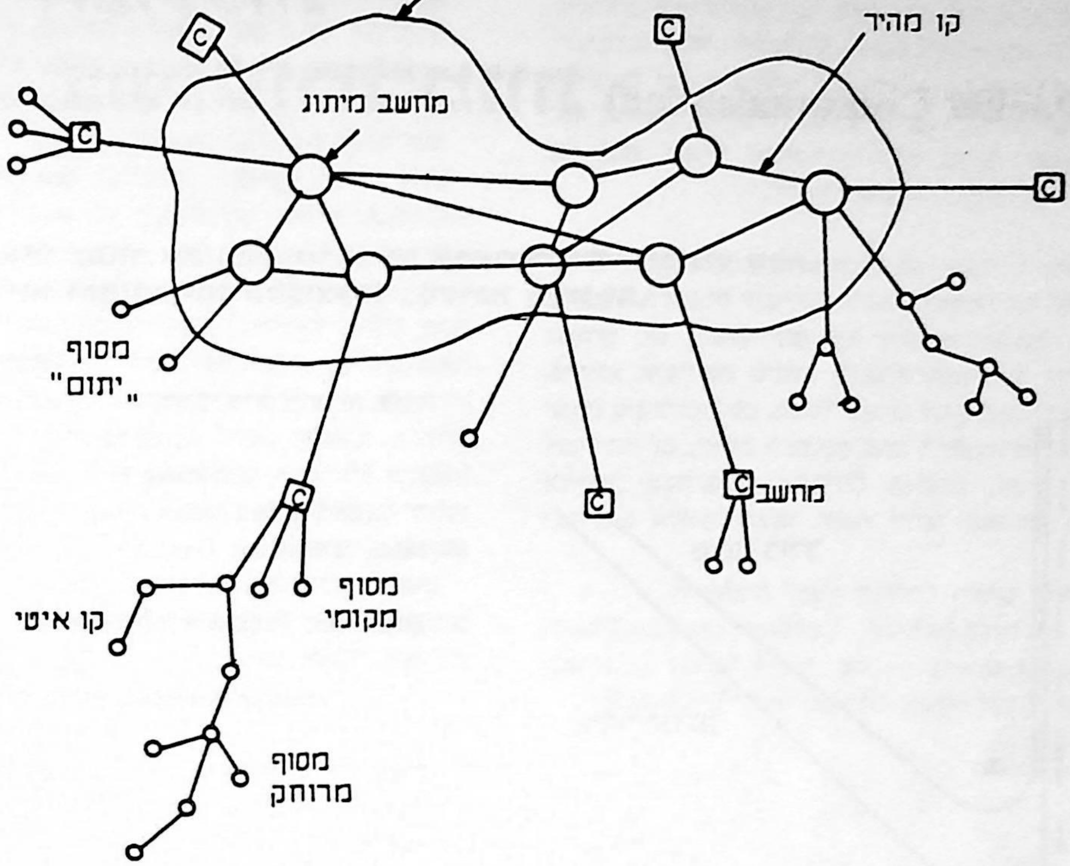



**ציור 3 — השתנות השיהוי עם שינוי אורך המנה. השיהוי הכולל הוא צירוף של שיהוי המינון ושיהוי התור.**

אנו מניחים שבכל "מארח" מתנהלים תהליכים החייבים להתקשר עם תהליכים אחרים — באותו ה"מארח" או באחר. תהליכים אלה הם בדרך־כלל המקור והיעד של הנתונים שברשת. ציור 4 מתאר מכלול של מחשבים, מתגי־מנות ותווכי־תמסורת.

בתוך כל רשת קיים נוהל (Protocol) שהינו מכלול של תנאים וכללים לביצוע ההתקשרות. בתת־רשת טיפוסית של מיתוג־מנות מתקבלים מה"מארח" נתונים בעלי גודל מקסימלי קבוע יחד עם כתובת היעד (בפורמט קבוע) שתפקידה לנתב את הנתונים באופן של "תיוּךְ באגירה". זמן המעבר של נתונים אלה תלוי בפרמטרים הפנימיים של הרשת, כגון: קצב הנתונים בתָוֶךְ, שיטות האיתות והחציצה (Buffering), הניתוב, שיהוי ההתפשטות ועוד. כמרכן קיים בתת־הרשת מנגנון כלשהו לטיפול בשיבושים ולקביעת מצבם (Status) של רכיבי הרשת.

ניתן לחבר ביניהם שניים (או יותר) רכיבים באמצעות ממשקים המכונים "דרך־המלך" (Gate-Way). החיבור חייב




**ציור 4 — מבנה מערכת מחשבים ותקשורת.**

לשמור על שלמות הפעילות הפנימית של כל רשת נפרדת, דבר המושג ע"י כך שכל רשת מתנהגת כאילו היא הינה ה"מארח" של הרשת השנייה (ראה ציור 5). במציאות, "דרך־המלך" בין שתי רשתות יכולה להיות מורכבת משני חצאים, כאשר כל מחצית קשורה לאחת משתי הרשתות.

המנות עוברות ברשת שבין שני מסופים, במשולב עם מנות אחרות, הנעות אל יעדים אחרים. קיימות גישות שונות לניתוב המנות. אחת מהן, לדוגמא, משתמשת במושג של Datagrams. אלו הן מנות הנשלחות לרשת ללא קשר כלשהו עם יתר המנות השייכות לאותה פעילות. היתרון בטכניקה זו הוא בכך שניתן לנתב כל מנה בצורה אופטימלית ולהקטין את הצפיפות ברשת עד למינימום, אולם קיים בטכניקה זו גם חסרון והוא שכל מנה חייבת לכלול את הכתובת המלאה של היעד, כלומר, קיימת תקורה גבוהה מעל לנתונים עצמם.

גישה חדשה יותר משתמשת במושג של "מעגלים בפועל" (Virtual Circuits). בגישה זו מקיימים "התקשרות בפועל" (Virtual call), כלומר, נתיב קבוע בין שני המסופים, וכל המנות השייכות לאותה הפעילות עוברות בנתיב זה, אם כי קיבולת האפיק תוקצב רק לזמן בו מועברת מנה.

**תמסורת סינכרונית ואַסינכרונית**

התמסורת האַסינכרונית משמשת בדרך־כלל במערכות בעלות מהירות נמוכה ומסופים פשוטים. הנתונים מועברים תָו־אחר־תָו, בתוספת של סביות פְּתַח ופְסֵק (Start-stop). המקלט מסתנכרן על־פי סבית הפתח ונשאר מסונכרן רק למשך קליטתו של אותו תָו (עד לקליטת סבית הפסק).

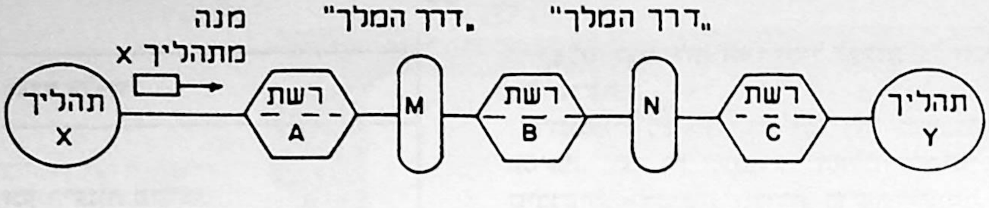
בתמסורת הסינכרונית, ברגע שמושג הסינכרון בין המשדר למקלט — הוא נשמר בקפדנות באמצעות שעונים מדויקים ובאמצעות הנתונים הנכנסים עצמם, כך שאין עוד צורך בסביות פתח־פסק ולכן היעילות גדולה יותר. תמסורת סינכרונית נהוגה במערכות מהירות מאוד.

**יעדי הביצוע של המערכת**

ניתן להגדיר מספר יעדי־ביצוע למערכת מיתוג־מנות.

— מהירות התקשורת, התלויה בשני פרמטרים:
- השיהוי (Delay) — הנמדד בדרך־כלל בזמן־ההיענות הממוצע.
- התפוקה (Throughput) — הנמדדת בדרך־כלל ברמת השיא של התעבורה המועברת.

— טיב השירות, המתבטא בפרמטרים הבאים:
- הזמינות (Availability) — הנמדדת באחוז הזמן בו המערכת אינה פועלת.
- שלמות הנתונים (Data Integrity) — קצב שיבושי הסביות (Bit-Error-Rate) של המערכת.
- שלמות המסרים (Message Integrity) — קצב איבוד המסרים (Message-Loss-Rate).




**ציור 5 — שלוש רשתות המחוברות ביניהן באמצעות שתי "דרכי-מלך".**

• הבטחון — מספר המסרים שאינם מגיעים ליעד הנכון (Message Misdelivery-Rate).

יעדי ביצוע אלה מסוכמים בטבלה 1, ולהלן נפרט רק את הפרמטרים הקובעים את מהירות התקשורת.

**השיהוי (Delay)**

השיהוי מוגדר כמרווח הזמן בין שידורה (מהמקור) של הסבית הראשונה, לבין קליטתה ביעד. השיהוי מושפע מגורמים רבים, כגון: מהירות האור לעומת מרחק התמסורת; שיהוי התמסורת לעומת גודל המסר; שיהוי העיבוד לעומת עומס המערכת. אי-לכך נכללים במונח "שיהוי" הרכיבים הבאים:

• שיהוי מהירות-האור (Speed-of-Light Delay) שהינו פונקציה של אורך מעגל התקשורת.

• שיהוי התמסורת (Transmission Delay) היחסי לגודל המסר וביחס הפוך לרוחב-הפס.

• שיהוי העיבוד (Processing Delay) הנגרם בצומת מיתוג כלשהו.

• שיהוי התור (Queuing Delay) שהינו פונקציה של עומס המערכת.

**התפוקה (Throughput)**

התפוקה מוגדרת כמספר הסביות שהועברו, מחולק במרווח-הזמן שבין שידור הסבית הראשונה לבין קליטת הסבית האחרונה. במלים אחרות: התפוקה היא קצב התעבורה האפקטיבי של המערכת, הנמדד בסביות-לשנייה.

בין הגורמים הקובעים את התפוקה נכללים רוחב-הפס האפקטיבי של ציוד העיבוד ורוחב-הפס האפקטיבי של תווך התמסורת. מטבעה של התפוקה היא נקבעת על-ידי הקצב הנמוך ביותר של חוליות המערכת, כלומר: התפוקה של מערכת כוללת נקבעת על-ידי תפוקתו של הרכיב האיטי ביותר, המהווה את "צואר-הבקבוק" במערכת.

לסיכום יעדי הביצוע ניתן לומר כי למספר יישומים (כגון העברת-נתונים בזמן אמיתי, יישומים דו-כיווניים או שאילתות-ותשובות לבסיסי-נתונים) נדרש שיהוי קצר ככל האפשר, ופירוש הדבר מסרים קצרים, תורים קצרים ומסרי-בקרה מועטים. ליישומים אחרים, כגון העברת-קבצים (Files Transfer) והזרמת נתונים מרחוק (Remote Job Entry) דרושה תפוקה גבוהה, שפירושה מסרים ארוכים, תורים ארוכים ותקורה נמוכה.

הבטחת שירות טוב דורשת יותר תקורה ויותר מסרי-בקרה. המסקנה היא, אפוא, שמערכת התקשורת האופטימלית היא פשרה בין הדרישות השונות — פשרה הנקבעת על-ידי יעוד המערכת. ברור שברשתות של מיתוג-מנות קיימות גם בעיות נוספות כגון ממשקים תקניים, נוהלים, בעיות כלכלה, אולם לא נוכל לדון בבעיות אלו במסגרת מאמר זה.

**מדידות**

להלן נביא סקירה קצרה של כלי המדידה הבסיסיים, כושרם, מגבלותיהם ויישומם ברשתות שונות, כגון: רשתות קריות, רשתות לוויינים, מערכות רדיו קרקעיות וכו'.

יעוד המדידות זהה אמנם בכל סוגי הרשתות אולם קיימים גורמים המקשים על העברתם של כלי-המדידה ממערכת אחת לשנייה בפשטות.

ברשתות הקריות הקרקעיות, המתגים הינם מחשבים קטנים (Mini-Computers) המבצעים את הפונקציה של תיווך באגירה לניתוב ולבקרת-שיבושים. מחשבים דומים פועלים במערכות-רדיו קרקעיות ובמערכות-לוויינים.

להלן ננתח את המדידות המבוצעות, הנחלקות לשתי קבוצות: מדידות כמותיות ומדידות איכותיות.

• **מדידות כמותיות** — מבוצעות לניסויים ולהערכת-ביצועים. פרמטרים מסוימים הינם בעלי חשיבות עליונה לפעולתה התקינה של הרשת, והם נמדדים במרכז בקרת-הרשת (Network Control Center). מרכז זה מקבל חיוויים נכונים של פעילות הרשת וביצועיה. חלק ממידע זה מושג מהתעבורה הנכנסת אולם מרביתו מתקבל באמצעות תהליכי-בקרה האוספים נתונים מרכיבי-המעגל השונים. הנתונים מעובדים במרכז בקרת הרשת ומהם יוצרים סיכומים סטטיסטיים או מדיעים למפעילים על תקלות שיש לתקן.

• **מדידות איכותיות** — מאפיינות את ביצועי המערכת בתנאים מציאותיים ומאפשרות השוואה בין המערכת לבין מערכות דומות. הפרמטרים השימושיים ביותר למדידות אלו הם גם כאן השיהוי הממוצע והתפוקה הממוצעת.

אמנם קל להגדיר את השיהוי ואת התפוקה (כפי שראינו לעיל) — אך לא תמיד קל למדוד אותם. לדוגמא, לעתים לא ניתן למדוד את השיהוי מקצה-לקצה ברשת בעלת רכיבים מפורסים וזאת בגלל חוסר סינכרון של השעונים בין הצמתים. התחליף המקובל לשיהוי מקצה-לקצה הוא ה"שיהוי הלוך-ושוב" (Round-Trip Delay), כלומר: מרווח הזמן שבין שידור המנה לבין קבלת האישור על קליטתה. ה"שיהוי הלוך-ושוב" מחולק בשתיים מהווה קירוב בלבד של השיהוי מקצה-לקצה, מאחר שלמנות-הנתונים אורך וקדימות שונים מאלה של מנות-

| הפרמטר | נמדד על-ידי |
|---|---|
| **מהירות** | |
| — שיהוי | — זמן היענות ממוצע |
| — תפוקה | — רמת־שיא של תעבורה |
| **טיב שירות** | |
| — זמינות | — אחוז הזמן בו המערכת אינה תקינה |
| — שלמות הנתונים | — קצב שיבושי־הסביות |
| — שלמות המסרים | — קצב איבוד־המסרים |
| — בטחון | — מספר המסרים שאינם מגיעים ליעדם |

**טבלה 1 — יעדי הביצוע.**

האישור ולעתים נוצר בתחנת־היעד שיהוי נוסף, לפני שמשדרים את האישור.

ניתן לבצע מדידה מדויקת יותר של השיהוי מקצה־לקצה, בעזרת מנות־מדידה (Pick-up Packets) הנוצרות על־ידי מחוללי־תעבורה (Traffic Generators) ואשר בהן שדה־התוכן ריק. עם זרימתן של מנות־המדידה דרך הרשת על־פי נוהלי התמסורת — אוספים מהדרים נבחרים את פרטי־המדידה ואוגרים אותם בתוך שדה־התוכן של מנות־המדידה עצמן. כל מנה מסומנת בכל צומת־ביניים בזמני הכניסה והיציאה. סך־כל השיהוי מתקבל מסכום הזמנים בהם שהתה המנה בכל צומת, בתוספת זמני המעבר בכל ניתור (Hop) אותם אפשר לחשב בדיוק. עלול להיווצר אי־דיוק כלשהו במקרה שקיים הפרש בין יציאתה והגעתה של המנה לבין סימון הזמן המתאים. מדידה מדויקת לחלוטין אפשרית אך ורק כאשר כל הצמתים מסונכרנים מבחינת הזמן.

גם מדידות התפוקה עשויות להסתבך קצת, במיוחד אם מודדים את התפוקה בסכום כל המנות המצליחות להגיע אל היעד. במקרה זה תכלול המדידה גם מנות כפולות (הנוצרות ברשת עקב אישורים שאבדו) ולכן היא תהיה גבוהה מהתפוקה המעשית, כפי שהיא נראית למשתמש. על־כן צריך המודד לסנן "כפילים" אלה בקפידה מתוך תוצאות־המדידה, תוך שימוש במידע נוסף כגון קצב־השיבושים שנמדד ועוד.

קיימת קבוצת־מדידות נוספת, המספקת מידע על תכונות כלליות מסוימות של המערכת, שלא ניתן לאפיינן בקלות ע"י תפוקה ושיהוי. מדידות אלו דורשות בדרך־כלל צבירת מכלול של תוצאות שונות, שהושגו במשך ניסוי שתוכנן כהלכה, ולכן ניתן לכנותן "מדידות מורכבות". דוגמא אופיינית של מדידה מורכבת היא ההגינות (Fairness) — המשמשת מידה להקצבת קיבולת הרשת בין כמות שרירותית של משתמשים גדולים וקטנים, בלי להעדיף סוג משתמשים כלשהו על־פני סוג אחר. לפי אחת ההגדרות האפשריות של ה"הגינות" — התנאי הוא שמשתמשים קטנים יקבלו קיבולת בהתאם לדרישותיהם, בעוד שהמשתמשים הגדולים יקבלו כולם את אותה ההקצבה, שהיא גדולה יותר מהקצבתו של כל משתמש קטן. הגבול בין משתמש "קטן" לבין משתמש "גדול" מותנה בכך שסכום ההקצבות הנפרדות אינו יכול לעלות על הקיבולת המקסימלית של הרשת.

דוגמאות נוספות של "מדידות מורכבות" הן: הגנה מפני חסימה, יציבות, עמידת האלגוריתמים של הרשת בפני שיבושים, ואמינות תצורת הרשת לעומת כשלונו של רכיב כלשהו בה.

## סיכום

במאמר זה תיארנו מספר טכניקות בסיסיות של רשתות הפעלות במיתוג־מנות. הבעיות רבות ומסובכות הרבה יותר מאשר מתואר כאן, וזאת עקב המגוון הרחב של המשתמשים והמגוון הרחב עוד יותר של אופייני־התעבורה. כמו־כן מסתבכות הבעיות על־ידי חיבורן של רשתות שונות, לכן דרושה שיטה לאיפיון וסיווג מדויקים של הרשתות ויש לפתח כלים אנליטיים שיאפשרו לחזות את ביצועיהן של טופולוגיות־חיבור שונות.

חשוב ביותר שיימצאו כלי־מדידה שיאפשרו תיאום, בקרה ואיסוף של מדידות בו־זמניות ממספר רשתות המחוברות ביניהן. תחום טכנולוגי זה של חפיפה בין תקשורת ומחשבים, המכונה Compunication (שילוב של המונחים Computer Networks & Commnication) עדיין זרוי מכשולים רבים ומתכנניו נתקלים בבעיות המהוות אתגר, אולם באזורים שונים בעולם פועלות כבר רשתות מסוג זה: SATNET, TELENET, ALOHA, ETHERNET, ARPANET ועוד, וגם בארץ כבר נראים סימנים להתחלתה של רשת דומה בשם ISRANET.

## המקורות למאמר:


1. "A Practical View of Computer Communications Protocols" — John M. Mc'Quillan, Vinton G. Cert, IEEE Computer Society, Catalog No. EHO-137-O, 1978.
2. "Computer Networking" — Robert P. Blanc and Ira W. Cotton, IEEE Press 1976, U.S.A.
3. "The Techniques of Packet Switching" — Dr. David Briggs, Communication International Vol. 6, No. 12, December 1979.
4. "Modelling and Measurement Techniques in Packet Communication Networks" — Fouad A. Tobagi, Mario Gerla, etc. Proceedings of the IEEE, vol. 66 No. 11 Nov. 1978.
5. "Performance Measurements on the ARPA Computer Network" — G. D. Cole IEEE Transactions on Communication, Vol. COM-20 June 1972.
6. "Throughput in the ARPANET — Protocols and Measurements" — L. Kleinrock, H. Opderbeck, Proceedings of the 4th Data Communications Symposium, October 1975.

# סיפרנת — רשת תקשורת ציבורית דיגיטלית עבור דיבור ונתונים

**מבנה הרשת, תכונותיה, יתרונותיה; אפשרויות החיבור עם רשתות אחרות כמו ISRANET (המופעלת במיתוג מנות), טלקס, טלפון, לוויני תקשורת ועוד. שילוב יעיל בין רשתות מאפשר פתרונות תקשורת זולים, מהירים וטובים יותר.**

הדרישה הגוברת והולכת בישראל לתקשורת נתונים, בשנים האחרונות הובילה את משרד התקשורת וחברת "בזק" להקים רשת תקשורת סיפרתית ארצית הקרויה SIFRANET (סיפרנת).

בהקמת הרשת הובאו בחשבון המלצותיה של ועדת ההיגוי לתקשוב שמונתה ע"י ממשלת ישראל.

הוועדה סיימה את עבודתה בתחילת 1986 והצביעה על הצורך בשיפור הרשת הארצית.

בהתחלת שנות ה־80 מועד בו נדרשו כ־4,000 עורקי נתונים, לא נצפתה הדרישה הגוברת והולכת לעורקים נוספים. כיום צפויים כ־3,000 עורקים נוספים על 10,000 חיבורי תקשורת נתונים הקיימים כבר כיום. הרשת הסיפרתית צריכה לענות על המגוון והשונות של השירותים, הפיזור הגיאוגרפי מחד ופיקוד ובקרה מרכזיים של הרשת מאידך, דרישה לשקיפות הפרוטוקול ועוד...

המשתמש הראשון של הרשת היה אמור להיות "מפעל הפיס" והיא היתה אמורה לקשר בין 1,300 נקודות המכירה הפזורות בכל רחבי המדינה, לבין המרכז בתל־אביב; אך במקום זאת נחנכה הרשת בתחילת אפריל 1987 ע"י מס הכנסה. היה זה לאחר הרצה מוצלחת של הרשת במסגרת תערוכת וכינוס איל"א (האיגוד הישראלי לעיבוד אינפורמציה) באוקטובר 86 בירושלים.

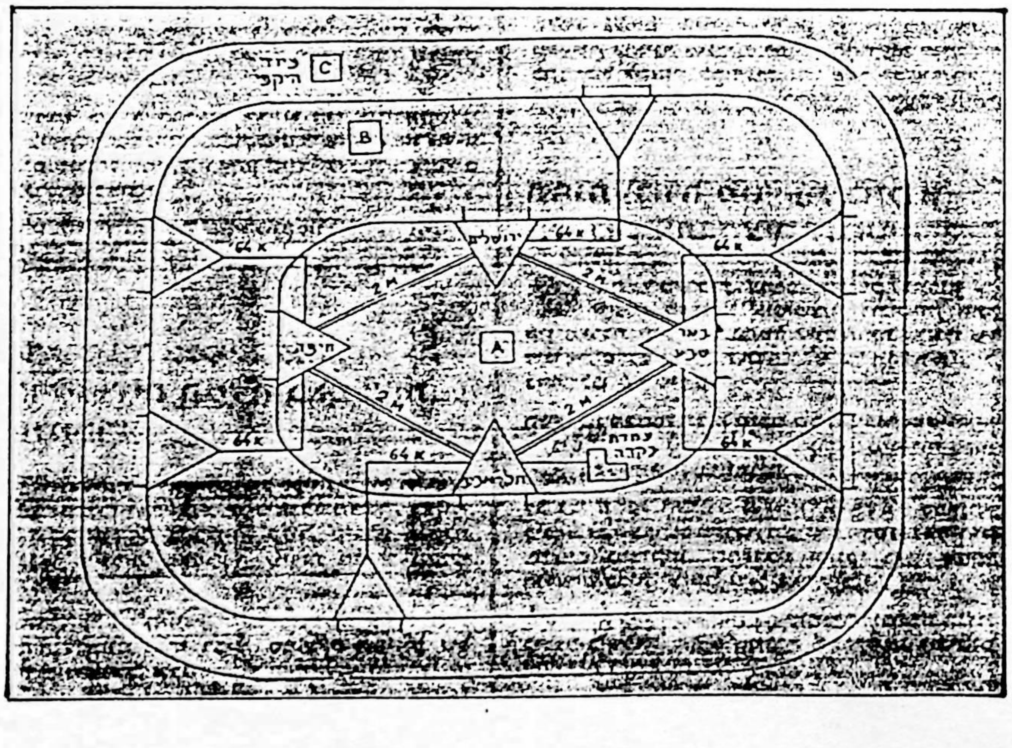
כאן המקום להזכיר את התפתחותה של רשת ISRANET — רשת ציבורית ממותגת מנות להעברת נתונים. רשת זו החלה בפעולה מלאה ב־1984 עם פחות ממאה מנויים ופחות מ־2,500K סגמנטים ובסוף 1986 הגיעה לאלף מנויים עם תעבורה של קרוב ל־25,000K סגמנטים.

להלן רשימה חלקית של מנויי סיפרנת:

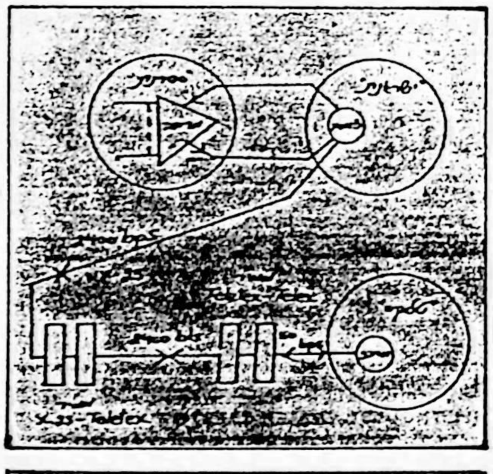
★ ISRANET — 40 עורקים. בשלב יותר מתקדם יהיו גם מינויים.

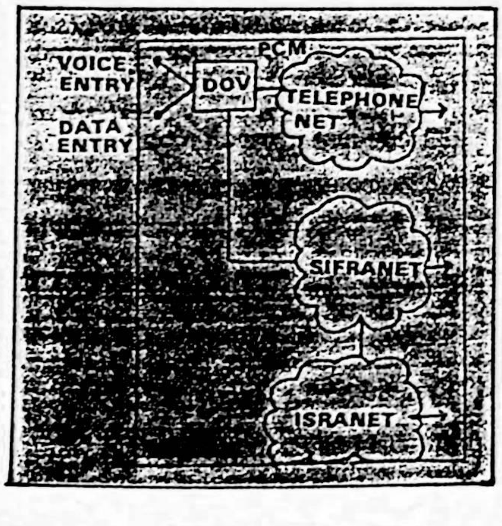
★ מס הכנסה — התחיל עם 50 ערוצים וישלים תוך שנה ל־1000 ערוצים לקישור בין המחשב המרכזי בירושלים למשרדים הפזורים באיזורי הארץ השונים.

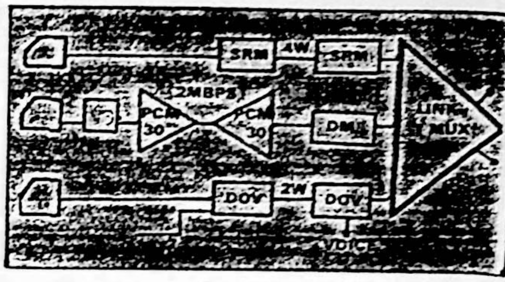
**ציור 1: "רשת סיפרנת" ותת־רשתות A, B, C**



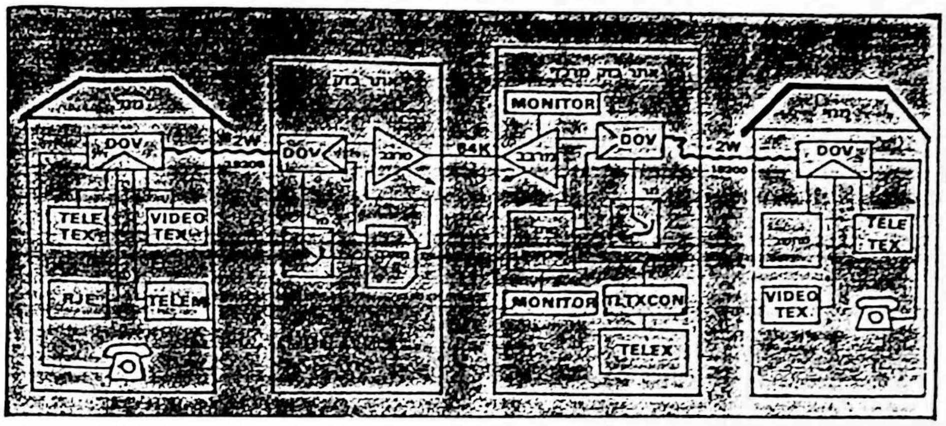

**ציור 2 ו־3: חיבור בין רשתות שונות.**



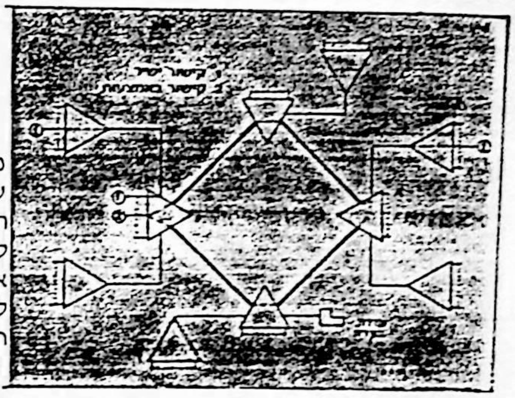





**ציור 4: שילוב מודמים מסוגים שונים ברשת**




**ציור 5: שילוב מערכות נתונים ושירותים**



**ציור 6: קישור בין קווי נתונים המחוברים לרשת**

★ שע"מ — חברת שירותי עיבוד ממוכנים — גם כן ההתחלה היתה של 50 ערוצים עם היקף של כ־1000 ערוצים שיושלמו בעתיד.

★ קואופרטיב "אגד" — 100 ערוצים שיורחבו ל־200.

בנק בין־לאומי הראשון — 100 ערוצים.

תנובה — רשת לקישור בין המחלבות — 100 ערוצים.

★ משרדי ממשלה.

★ חברת "בזק" — 350 קווים, מערכות מידע.

★ חברת "אינטל", מוטורולה, עם קשרים בין־לאומיים;

ועוד...

מצב העניינים הנוכחי הוא שמנקודת מבט של הרשת, מבנה העל של סיפרנת כבר קיים. המנויים הגדולים המחוברים היום ל־ISRANET למשך שעות רבות ביום ישחררו את ערוציהם תודות להקמת סיפרנת, לטובת משתמשים קטנים ובמקום קווים חכורים.

הצמתות המרכזיות של הרשת הן בתל־אביב, ירושלים, חיפה ובאר־שבע. הצמתות ממוקמות במבני מרכזיות הטלפונים של בזק, אך אינן מקושרות למרכזיות אלו.

הרשת מבוססת על 3 תת רשתות:

**תת רשת א** (ציור 1) — קצב השידור בה הוא 2MBPS והיא מבוססת על צמתות בארבעת הערים שהוזכרו לעיל.

**תת רשת ב** — קצב השידור בה הוא 64KBPS. מרבבי רשת זו משמשים גם לצרכים מקומיים והם ממוקמים בערים הבינוניות.

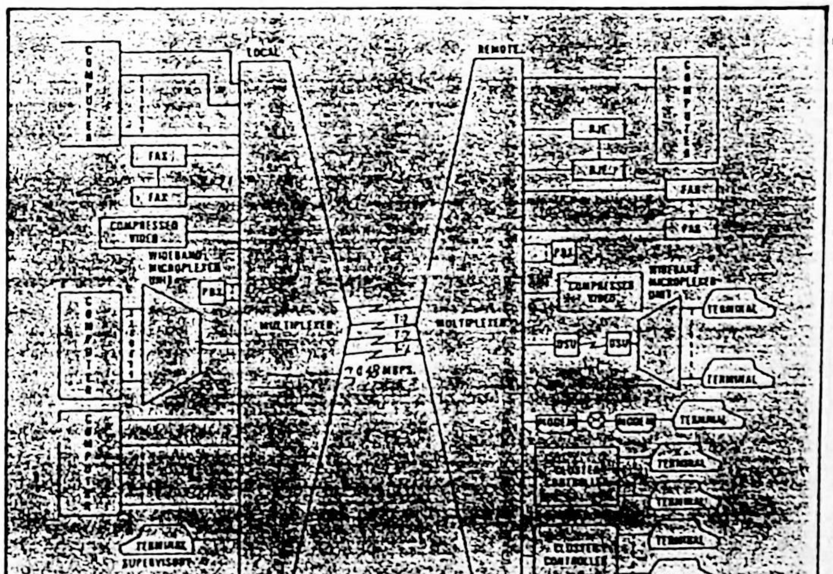
**תת רשת ג** — רשת זו היא של ציוד הקצה והיא כוללת מודמים לטווח קצר — סטטיסטיים או כאלה הפועלים בריבוב חלוקת זמן.

ציוד הקצה המתחבר לרשת יכול להיות אנלוגי או דיגיטלי והוא ממוקם או אצל המשתמש, או באתר בזק. הרשת שקופה לפרוטוקולים, יש לה כושר לניתוב אלטרנטיבי אוטומטי, היא מצטיינת בכושר גילוי שגיאות ברמות השונות ומשולבים בה מרכזי פיקוד ובקרה (NCC) ברמה ארצית וברמות איזוריות.

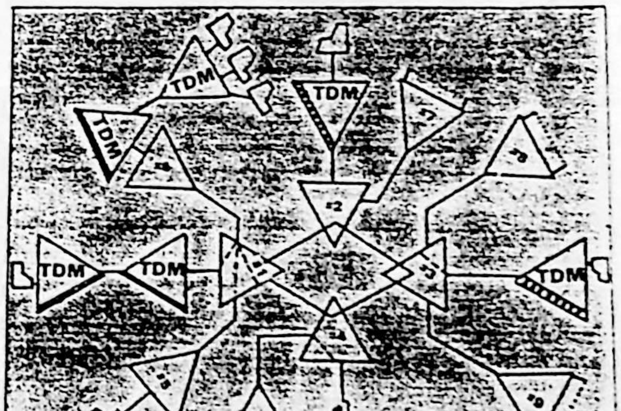
ציוד הריבוב פועל בריבוב חלוקת זמן בסרט רחב והוא מאפשר שידור נתונים, קול ווידיאו. כל מרבב מאפשר 200 פורטים סינכרוניים או אסינכרוניים ו־10 ערוצים של 2MBPS.

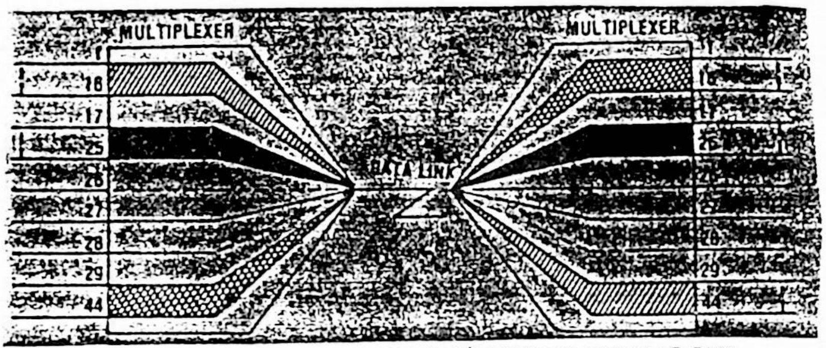
כדי לאפשר מיתוג נתונים, סיפרנת יכולה להתחבר ל־ISRANET או לרשת טלקס באמצעות ממירים מתאימים או באמצעות ממיר טלקס־טלקס בתקן X.25 (ראה איורים 2 ו־3).

**ציור 8: חיבור נל"ן רב עורקי**

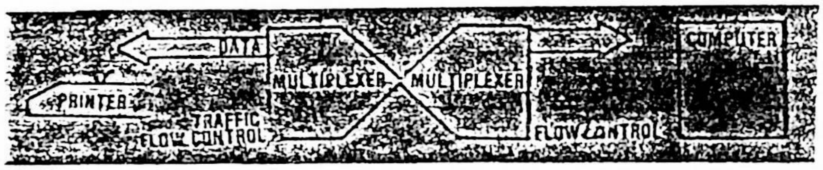



**ציור 7: שילוב מרבבי TDM (חלוקת זמן) ברשת**

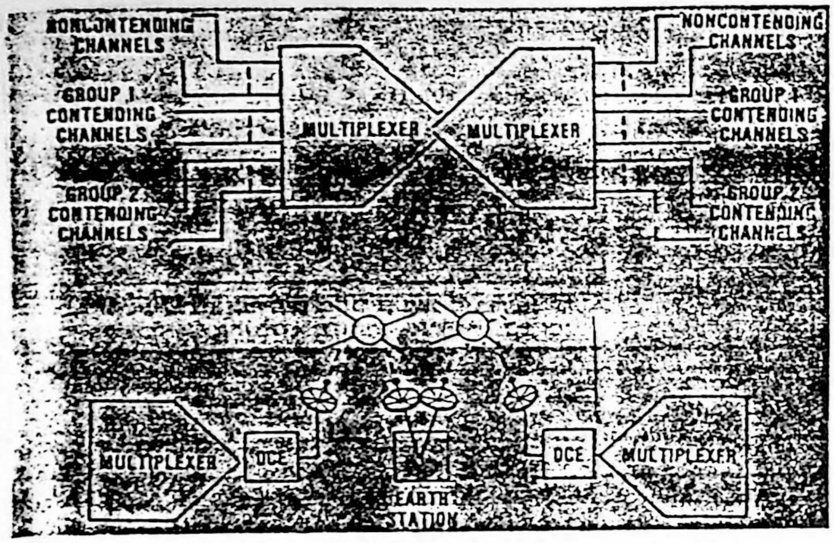





ציור 9: דוגמה אופיינית לניתוב גמיש




ציור 10 : בקרת זרימת התעבורה




ציור 11: עורק לוויין אופייני להעברת נתונים

ציור 12: פריסה ארצית של רשת סיפרנת




חיבורים שונים מתוארים באיור 4 עבור מקרים שונים — מנויים קרובים המקושרים דרך מודמים לטווח קצר (SRM); מודמים להעברה משולבת של קול ונתונים — DOV (DATA OVER VOICE); ומודמים להעברת נתונים ב־PCM (אפנון דופק מקודד). המודמים משולבים ברשת לקישורים עד לאתר בזק הקרוב.

דוגמה לשימוש ברשת סיפרתית עבור קול נתונים ושירותים נבחרים אחרים (וידיאוטקס, טלמטריה, טלטקסט וכו') באיור 5.

באמצעות ממשקים מתאימים ניתן לחבר לקווי הנתונים: —

— מסופים אסינכרוניים (50BPS עד 38.4K BPS).

- ה מסופים סינכרוניים (75BPS עד 512K BPS).

— RS232, RS422, RS423, V35, DTE, DCE וכו'.

קצב הנתונים בעורק הינו בין 4.8K BPS ל־2M BPS וכל מרבב יכול לטפל בקצב נתונים של 8M BPS תודות לכך שיכולים להתחבר אליו 10 ערוצים.

המרבב יכול להתחבר לתמסורת בשתי רמות:

● 2M BPS — בכניסת M MODE דרך ממשק G.703 בקוד HDB-3 (2,048M BPS).

● 64K BPS — כלומר בקצב הערוץ הסיפרתי של המרבב PCM-30.

השידורים מותאמים לכבלים קואכסיאליים, לכבל סיב־אופטי, למיקרוגל, תקשורת לוויינים למרכזיות פרטיות ועוד. המרבבים יכולים להתחבר ישירות או באמצעות מעקפים עם נתיב אלטרנטיבי (איור 6). המרבבים יכולים להיות סטטיסטיים או בריבוב חלוקת זמן TDM (איור 7. מרבבים סטטיסטיים משולבים בד"כ

לצורך העברה אסינכרונית של נתונים. הדבר מאפשר הקצאת רוחב סרט נמוך יותר בהתבסס על כמות תעבורה נמוכה של המנוי ומבטיח יחד עם זאת גילוי שגיאות.

מרבבי TDM משולבים בד"כ להעברה סינכרונית במקרים בהם דרושה שקיפות של המערכת מקצה לקצה וחוסר תלות בפרוטוקולים.

ישומים נוספים של הרשת ניתן לראות באיורים המלווים מאמר זה. לדוגמה, חיבור נל"ן רב עורקי (איור 8) — בחיבור זה מנותבים שני מרבבים, דרך עורקים אלה עוברים: — עורקי 2.048M BPS בלתי תלויים:

- תקשורת סינכרונית בין מחשבים בקצב גבוה ובאחוז זמן גבוה.
- מסופי RJE (REMOTE JOB ENTRY) המקושרים למחשבים בתקשורת סינכרונית.
- מכשירי פקסימיליה סיפרתיים בקצב גבוה בממשק סינכרוני.
- קשר בין מרכזיות פרטיות (PBX) כאשר אות השמע מותמר במרבבים לאות דיגיטלי.
- תמסורת וידיאו באיכות גבוהה המושגת באמצעות דחיסה.
- מספר ערוצי מחשבים המרובבים באמצעות ה־WIDEBAND MICROPLEXER, מחשבים לחיבור אחד של המרבב הראשי.

המערכת כוללת מרבבים רב עורקיים או חד עורקיים.

מרבב רב עורקי יכול להתחבר הן למרבבים רב עורקיים והן למרבבים חד עורקיים. הערוצים יכולים להיות מנותבים אינדיבידואלית או כקבוצה מסודרת (ראה איור 9).

רוחב הסרט בערוץ מוקצה באופן דינמי לפי דרישות המשתמש באותם ערוצים שתוכננו. ערוצים אלה עומדים לרשות המשתמש, אוטומטית בזמן האתחול או RESET של יחידת הקצב, מותנה בכך שמופעלת פונקציית בקשת הערוץ ושהערוץ פנוי.
הערוצים יכולים להיות מתוכננים כ"מתחרים" (CONTENDING) על רוחב הסרט או כ"לא מתחרים".

בערוצים "מתחרים", רוחב הסרט מוקצה באופן דינמי לפי דרישת המשתמש.
בערוצים "לא מתחרים" הקצאת רוחב הסרט נעשית אוטומטית בזמן האתחול או ה־RESET.

בערוצים "מתחרים" תהיה הקצאה בצורה הנ"ל, אם פונקציית הבקשה מופעלת ע"י המסוף ואם יש סרט פנוי מעבר לזה הנדרש ע"י הערוצים ה"לא מתחרים".

הערוצים ה"לא מתחרים" תופסים את כל רוחב הסרט משך שעות היום.

הקבוצה של הערוצים המתחרים, מתוכנתת להתחבר בערב כאשר רוחב הסרט מתפנה.

אפשרות אחרת של המערכת מתוארת בציור 10. המדובר בבקרת זרימת התעבורה, בה למשל מסוף אחד יכול לאותת למסוף שני להפסיק את התעבורה, כמו מקרה של מדפסת שנגמר בה הנייר ויש לה אפשרות לבקש הפסקת שידור הנתונים.

המרבב מאפשר גם תקשורת לוויינים (ציור 11). קיימת אפשרות לאחסון של מידע הבא לפצות על הפסקות או עיכובים בתקשורת הלוויין.

בגלל הדרישות הגדולות החזויות בעתיד הקרוב, חב' "בזק" כבר מתכוננת לקראת הכנסה במערכת סיפרנית, מרבבים LINK 100 שהקיבולת המקסימלית מגיעה ל־128 עורקים (כניסה) ו־1500 ערוצים (במוצא). מרבבים אלה יהיו במרכזים עירוניים ואליהם יתחברו המרבבים LINK-1.

אנו מקווים שהצלחנו לסקור במאמר זה את מהותה, תכונותיה ושימושיה של רשת הסי־פרנת, אשר מספר משתמשיה הולך ועולה.

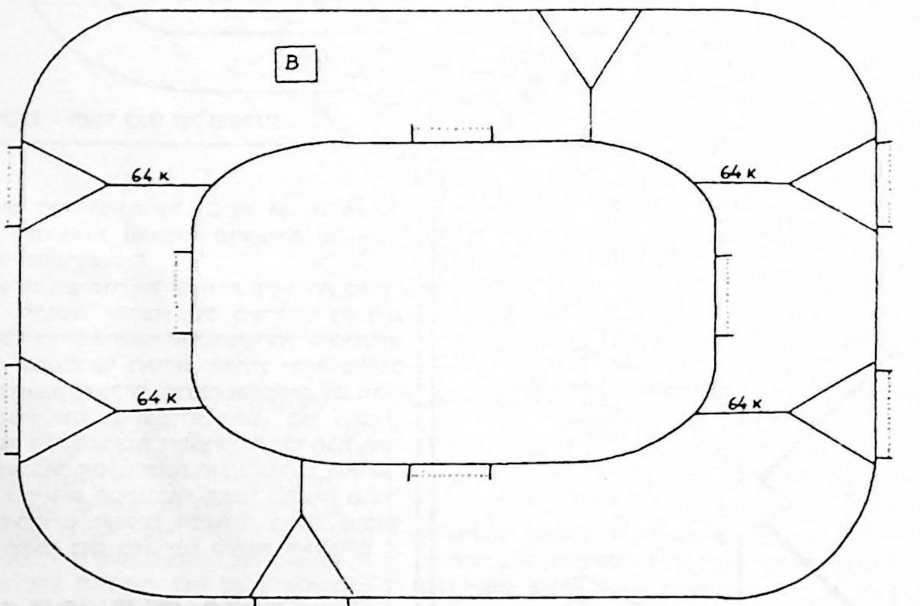
**הערה:** עידכון הנתונים שבמאמר נעשה באדיבותו של מר יוסי דבק, מנהל מחלקת להעברת נתונים בחברת "בזק".

# רשת סיפרנת – לתקשורת נתונים מתקדמת

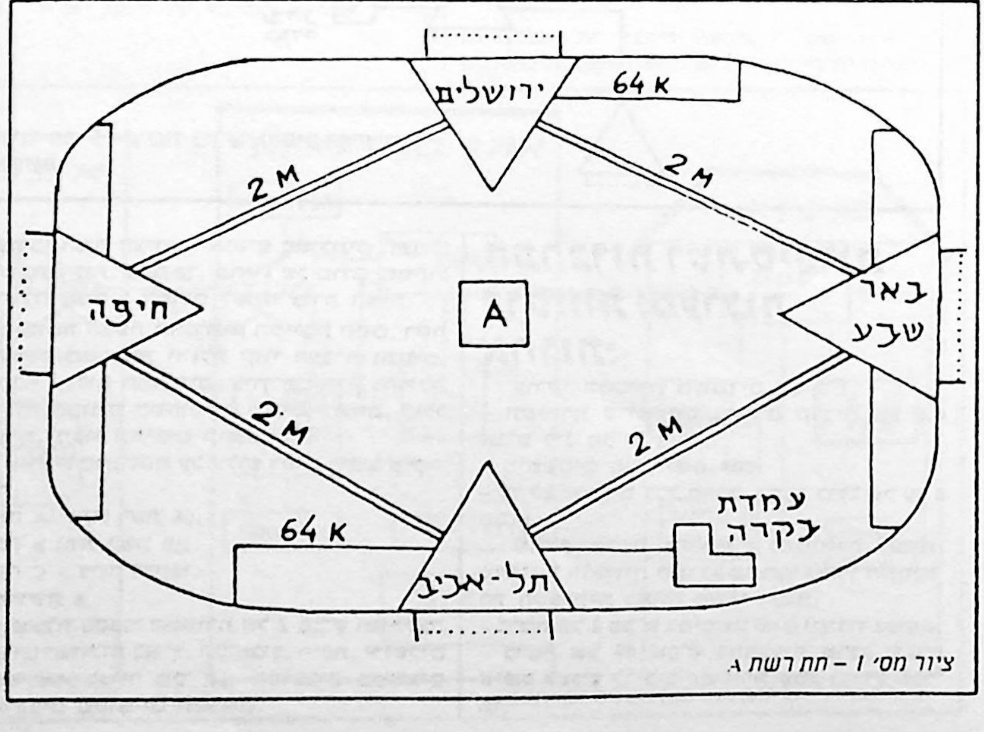
בהתחלת שנת 86, ועדת ההיגוי לתקשוב שמונתה ע״י שר המדע והפיתוח ושר התקשורת, הגישה דו״ח מסכם והמלצות לממשלה למדיניותה בנושאי התקשוב – פרוייקטים לאומיים ועדיפויות לאומיות בנושאי תקשוב.

בדו״ח זה הודגש הצורך לקידום תשתית התקשורת לכיוון ה־ISDN (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS) רשת תקשורת לשרותים משולבים.

רשת ׳סיפרנת׳ שמשרד התקשורת וחב׳ ׳בזק׳ מקימים (מתוכננת למחצית השנייה של שנת 86), מהווה תשתית רחבת היקף להספקת תקשורת נתונים מתקדמת בקצבים גבוהים, באמינות משופרת, תוך הורדת העלויות, עבור כל משטרי התקשורת ועבור ציוד תקשורת נתונים מכל הסוגים. הרשת עובדת בצורת נל״ן, במהירויות העברה עד ל־2 מב״ש (MBPS) והיא מסוגלת להעביר גם דיבור.



ציור מס׳ 2 – תת רשת B



ציור מס׳ 1 – תת רשת A

## מצב הרשתות הציבוריות הקיימות להעברת נתונים

קיימות בארץ, חוץ מקווי נל״ן (נקודה־לנקודה) להעברת נתונים, הרשתות הבאות:

- ׳טלקס׳, המעבירה במהירויות של 50 באוד.
- ד. ב. אס., העובדת במהירויות של 300 באוד. רשת זו מהווה קשר אל מאגרי מידע מארה״ב, קנדה ואירופה.
- ישראנת – המעבירה נתונים בקצבים עד ל־64 א״ב לשניה(KBPS) ומאפשרת יצירת קשר בין מסופים ומחשבים בארץ ובחו״ל, באמצעות מיתוג מנות.
- רשת ׳סיפרנת׳ – שבו דן המאמר – משלימה את הרשתות הקיימות. זוהי רשת נל״ן, עם מהירויות העברה עד ל־2 מב״ש. אפשר לחבר רשת סיפרנת לרשתות: טלקס, ישראנת ולתקשורת לווינית.
- תקשורת לווינים פנים ארצי, (דרך לווין תקשורת INTELSAT V). המערכת היא בשלבי בנייה והיא מיועדת לפתור בעיות חריגות של העברת נתונים. תקשורת לווינית היא אמצעי משלים לתשתית הקרקעית לשימוש בנקודות מרוחקות בארץ. הקצבים המתוכננים הם בין 2 ל־32 מב״שבתקשורת נקודה־לנקודה. בעזרת חלוקת הערוצים, ניתן

להגיע גם למהירויות של 32 או 64 אב״ש וכך לאפשר התחברות מערכות קרקעיות של ממ״א, ישראנת וסיפרנת.

תוכניות הפיתוח של תשתית תקשורת בארץ, כוללים הכנסה נרחבת של מערכות בסיבים אופטיים, כך שתיווצר ׳אוטוסטרדה סיפרתית׳ מקריית שמונה עד לאילת. הנתיב יהיה מורכב מכבלים קואקסיאלים וסיבים אופטיים עם גיבוי רדיו. המערכות האופטיות יהוו, לפי הצפוי, כ־80% של כלל מערכות הספרתיות. הרחבת תשתית המערכות הסיפרתיות תוך ניצול כל האופציות של הפיתוח הטכנולוגי הצפוי תבטיח מובילים סיפרתיים יעילים ותשתית בעלת איכות לכלל שירותי בזק הצפויים לשנות האלפיים.

## תאור הרשת ׳סיפרנת׳

רשת סיפרנת היא רשת תקשורת סיפרתית, לכן - בניגוד לרשת האנלוגית הנמצאת היום בשימוש - אינה דורשת התמרת הנתונים הנוצרים בצורה ספרתית במחשבים ובמסופים לצורה אנלוגית באמצעות מודם. הצורך במודם נובע רק מצורכי הגנת הציוד והאנשים מסיכונים חשמליים והפרעות. עקב כך, מחירו של מודם כזה זול בהרבה ממחיר המודם לשינוי צורת האות.

לעומת הרשת האנלוגית הקיימת היום, רשת סיפרנת מאפשרת הוזלת קווי העברת נתונים, חסכון בעלות המודמים, ציוד תמסורת והגדלת איכות הקווים המקומיים והבינעירוניים, כולל בקרה, גיבוי ונתיבים תחליפים.

הרשת מתבססת על שלוש רמות ריבוב עיקריות:

רמה A: (תת רשת A);
רמה B (תת רשת B);
רמה C – ציוד היקפי.

**תת־רשת A**

פועלת בקצבי תמסורת של 2 מב״ש ומותקנת בערים הגדולות בארץ: תל־אביב, חיפה, ירושלים ובאר־שבע (ציור מס׳ 1). המרבבים משמשים כמרבבים מקומיים אזוריים.

**תת־רשת B**

פועלת בקצבי תמסורת 64 אב״ש ומותקנת בערים בגודל בינוני (ציור מס׳ 2). המרבבים בתת־רשת זו משמשים כמרבבים מקומיים.

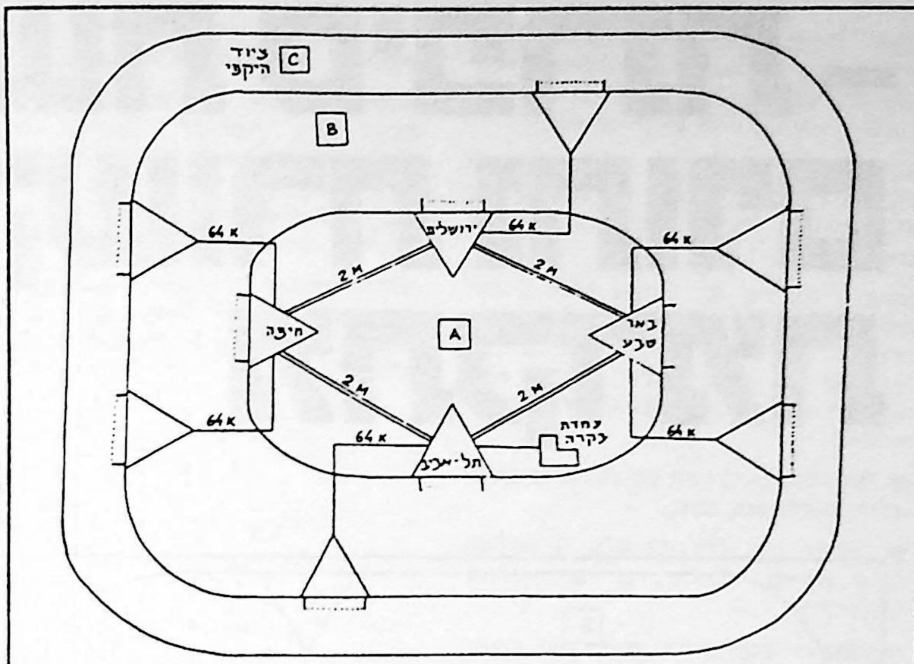
**ציוד היקפי.**

ציוד זה כולל מודמים לטווח קצר, מרבבים סטטיסטיים או TDM, מודמים (DATA OVER VOICE) DOV, וכו׳. הציוד יכול לפעול בתמסורת ספרתית או אנלוגית עד לכניסה לרשת ויותקן באתרי חב׳ ״בזק״ ו/או באתרי הלקוח.

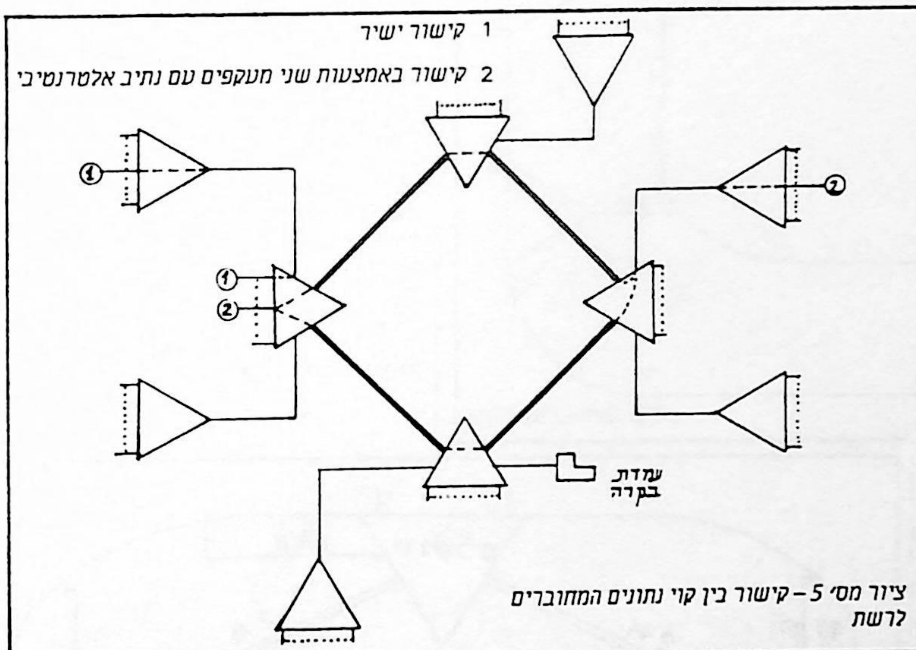
תאור כללי של רשת ״ספרנת״ ניתן לראות בציור מס׳ 3. הרשת מבוססת על ציוד TIMEPLEX וכוללת עמדות מעקב ובקרת רשת ברמה ארצית וברמה מחוזית.

אפיקי הנתונים לשירות הלקוח הם: (באמצעות מרבב LINK 1):

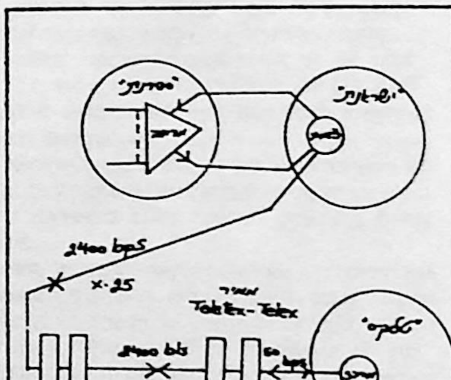
- תקשורת אסינכרונית בקצב של 50 עד 38.4 אב״ש
- תקשורת סינכרונית בקצב של 75 עד 512 אב״ש
- מימשקים מסוג RS 422, V35, MIL-STD114 (מאוזן או לא מאוזן).
- מימשק DTE או DCE.
- קיבולת של עד 200 אפיקים.




*ציור מס׳ 3 – תאור כללי של סיפרנת*




*ציור מס׳ 5 – קישור בין קוי נתונים המחוברים לרשת*




*ציור מס׳ 4 – התחברות רשת סיפרנת לישראנת וטלקס*

## התחברות רשת סיפרנת לרשתות ומערכות אחרות:

עורקי תמסורת העומדים לשירות:

- תקשורת סינכרונית בתחום קצבים של 4.8 אב״ש ל־2 מב״ש.
- מימשקים RS442, G703, CDP.
- עד 10 עורקים לכל מרבב, בקצב כולל של עד 8 מב״ש.

פעולת הרשת מתאימה לתמסורת קווית, מיקרוגל או לווין. המרבב מתחבר לציוד התמסורת הספרתית באחת משתי רמות:

- ברמה של 2 מב״ש במימשק G.703 (קידוד HDB-3).
- ברמה של 64 אב״ש באמצעות מרבב PCM-30 שיכול לשמש לריבוב תמסורת שמע ומידע ספרתי.

## התחברות לרשת ישראנת

האפשרות המובאת בציור 4 מציגה את הרח־בת מיגוון השרותים שניתן להעביר דרך סיפרנת, כגון TELETEX. כמו כן, בעזרת ממירי פרוטוקולים TELEX-TELETEX ו־X.25-TELETEX ניתן ליצור קשר גם עם לשת טלקס ארצי ובח״ל.

ה־TELETEX הוא שרות המאופיין בעיקר ע״י:

תמסורת סיפרתית במהירות 2400 סל״ש.

- PAGE-ORIENTED TEXT TRANSMISSION, VERTICAL AND HORIZONTAL.

אפשרות שידור בעת ובעונה אחת עם הפעלה מקומית.

- זיכרון פנימי עבור טקסטים;
- פרוטוקולי תקשורת תיקניים.

## שיטות קישור לרשת סיפרנת

בציור מס׳ 5 ניתן לראות את שתי אפשרויות קישור בין קוי הנתונים המחוברים לרשת:

- קישור ישיר בין זוג מרבבים.
- קישור עקיף, דרך מספר מרבבים באמצעות מעקף (BYPASS).

לרשת עומדות אפשרויות הרחבה בשני מישו־רים:

א. הרחבת כל צומת.

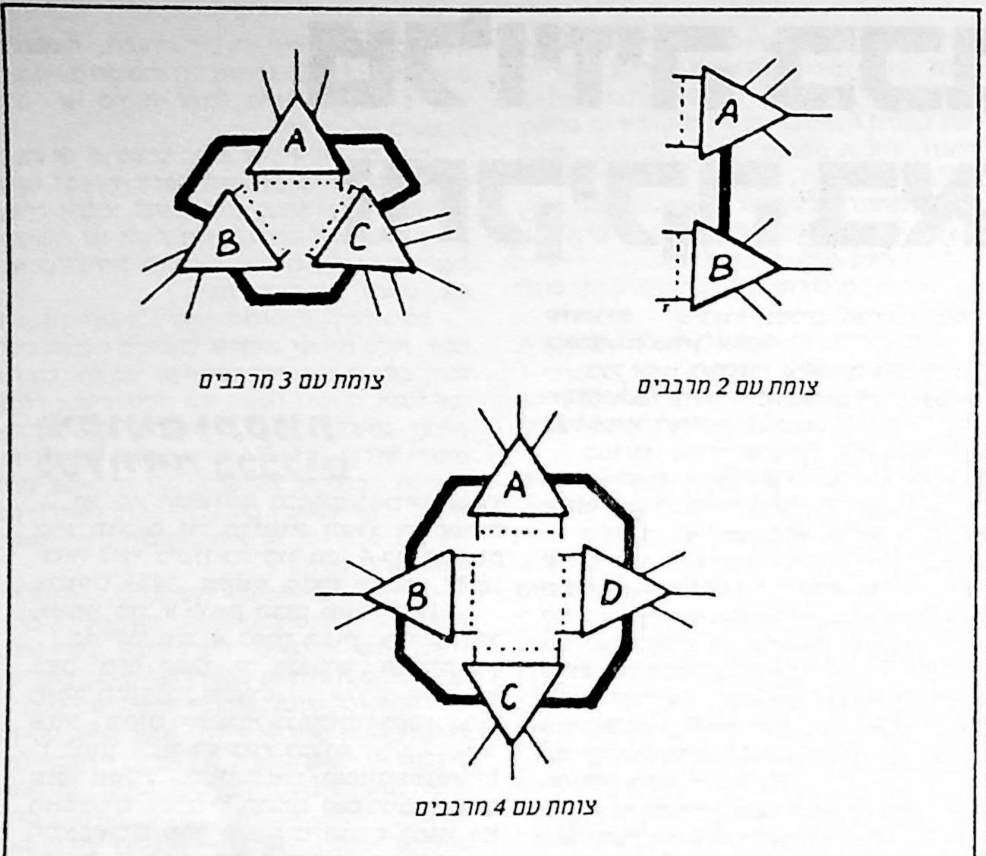
ב. הרחבת רשת המרבבים.

הרחבת כל צומת ניתן לביצוע או ע״י הרחבת כמות האפיקים במרבב בצורה מודולרית ע״י הוספת כרטיסי מימשק נוספים (עד 200 קוי נתונים באתר) או ע״י הגדלת כמות המרבבים באתר ע״י קישורים באמצעות עורקים מקומיים בקצב גבוה (2 מב״ש) המתנהגים יחדיו כצומת יחיד ברשת להשגת תמיכה ביותר מ־200 קווי נתונים באתר (ציור מס׳ 6).

הרחבת הרשת ניתנת לביצוע ע״י הוספת צמ־תים וקישורים בטופולוגיה הדרושה ע״י המש־תמש בתכונות ה־MULTILUK של המרבב. מבנה הרשת כולל נתיבים אלטרנטיביים ויחידות כפו־לות להגדלת אמינות וזמינות הקשר.

## שילוב מערכות נתונים ושרותים

ציור מס׳ 7 מראה דוגמה של אפשרויות התחברות בין מנויים של הרשת והשרותים שניתן להעביר: דיבור (בעזרת מודם - DATA-OVER-VOICE (DOV), TELETEX, VIDEOTEX וכו׳.




*ציור מס׳ 6 – קישור המרבבים לרשת*

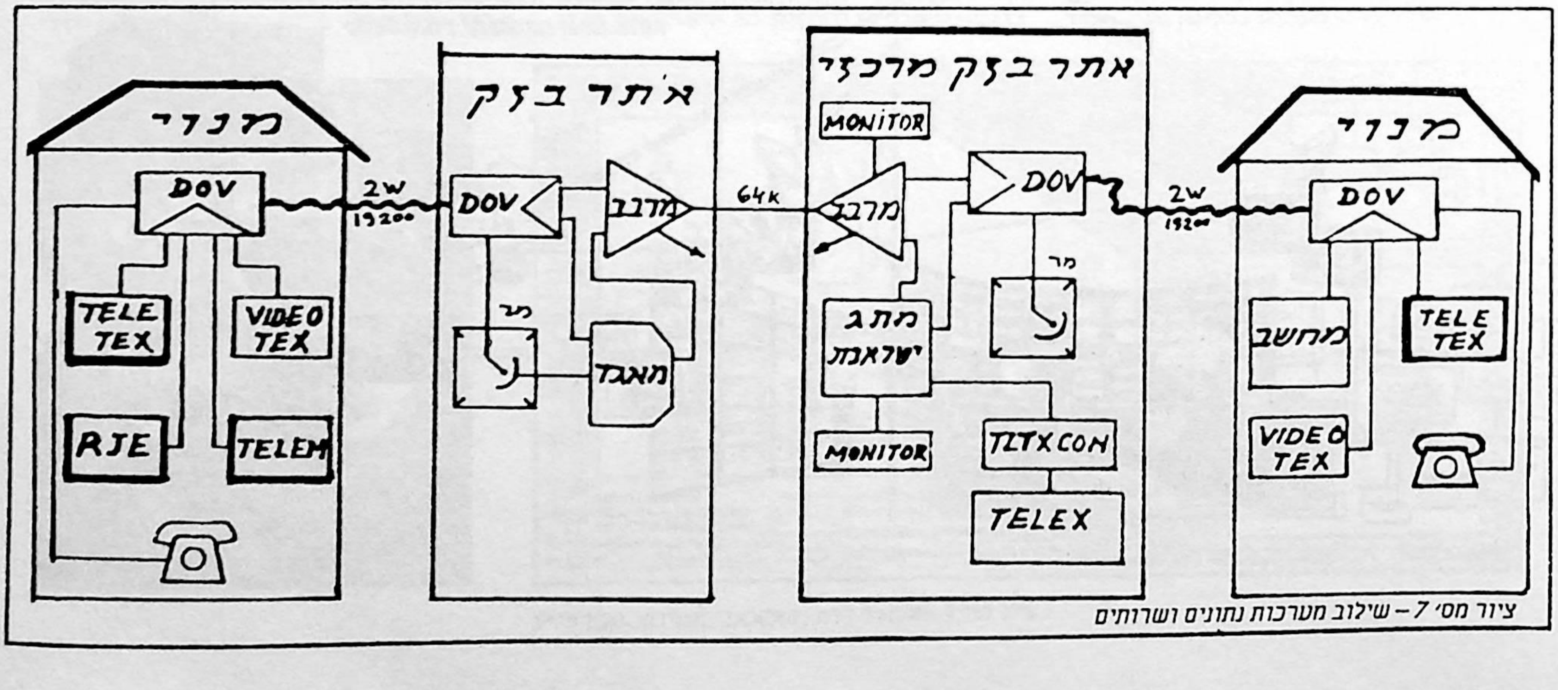
## ישומי הרשת

מפעל הפיס הוא הלקוח הראשון של השרות סיפרנת והוא יחבר 1300 דוכנים למחשב המרכזי. בכל אחד מדוכני מפעל הפיס, יותקן מסוף חכם ויחובר בקו טלפון רגיל למוקד שרות סיפרנת בת״א (כורש) ומשם ינותבו כל המסופים בקו מיוחד למחשב המרכזי של מפעל הפיס.

המסופים בדוכן מפעל הפיס ישמשו הן לניהול המכירות, הכספים והמלאי של בעל הדוכן, והן לניהול הגרלות אלקטרוניות בזמן אמיתי.

הגרלות אלו יבואו במקום ההגרלות הקיימות היום בשיטות גרוד הכרטיסים. בעל הדוכן יתק־תק קוד על המחשב ויפעיל הגרלה במחשב המרכ־זי, במקום הגרלה בשיטת גרוד הכרטיסים. במ־קום תופיע על הצג ההודעה ללקוח אם זכה ובאיזה סכום.

בין הלקוחות הצפויים יש לציין גם את חב׳ ״אגד״ ■




*ציור מס׳ 7 – שילוב מערכות נתונים ושרותים*

# טלויזיה בכבלים וחקיקה בארץ

## תיקונים ותקנות לטלויזיה בכבלים

הכנסת הטלויזיה בכבלים ומנויים בארץ היא תוצאה של מדיניות משרד התקשורת ובאה לידי ביטוי בתיקון מס׳ 4 לחוק הבזק אוגוסט 1986, תקנות הבזק נובמבר 1987, ותיקון מס׳ 5 לחוק הבזק מיולי 1988 .

בתיקון מס׳ 4 לחוק הבזק, הידוע יותר בשם ׳חוק הטלויזיה בכבלים׳, מצויות בין היתר ההגדרות הבאות:

**אזור** – תחום גיאוגרפי שגבולותיו נקבעו במכרז למתן זכיון לשידורי כבלים.

**מוקד תפעול** – המקום שבו נמצאים ומופעלים האמצעים לשידורי כבלים ואמצעים אחרים המאפשרים מתן שירותים שונים למנוי וכן מוזנים בו השידורים הנקלטים מהאוויר.

**רשת כבלים** – כבלים, מגברים, מפצלים וכל התקן אחר, לרבות ציוד אלחוטי, הנמצאים ממוקד תפעול עד חדרי המנוי והמהווים חלק מתחנת שידור.

**שידורי כבלים** – שידורי טלויזיה הניתנים לציבור, המופצים באמצעות מוקד תפעול ורשת כבלים, לרבות שירותים אחרים הניתנים באמצעות הרשת.

**תחנת שידור** – מיתקן או התקן המשמש או המיועד לשמש בעיקר לצורכי שידורים, לרבות מוקד תפעול ורשת כבלים.

**בעלי זכיון** – מי שקיבל זכיון.

**מנוי** – מי שהתקשר בהסכם עם בעל זכיון לשם קליטת שידוריו וקבלת שירותיו.

**שידורים** – שידורי כבלים ושידורי טלויזיה באמצעות לווין.

בעל זכיון לשידורי טלויזיה באמצעות לווין יפיץ את שידוריו באמצעות רשת כבלים של בעל זכיון לשידורי כבלים.

כמו־כן מגדיר התיקון את תנאי קבלת זכיון לשידורי כבלים, על־פי מכרז פומבי שהמועצה לשידורי כבלים מפרסמת.

המועצה מורכבת מ־11 חברים, בהם חמישה נציגי הממשלה הכוללים לפחות אחד לפי המלצת שר החינוך והתרבות ולפחות שניים לפי המלצת שר התקשורת. השישה האחרים הם נציגי ציבור, בהם שנים שהמליץ עליהם מרכז השלטון המקומי, שניים המייצגים לדעת השר את הצרכנים ושניים שהם נציגי גופים בתחום החינוך והתרבות שהמליץ עליהם שר החינוך והתרבות. יושב־ראש המועצה הוא נציג שר התקשורת.

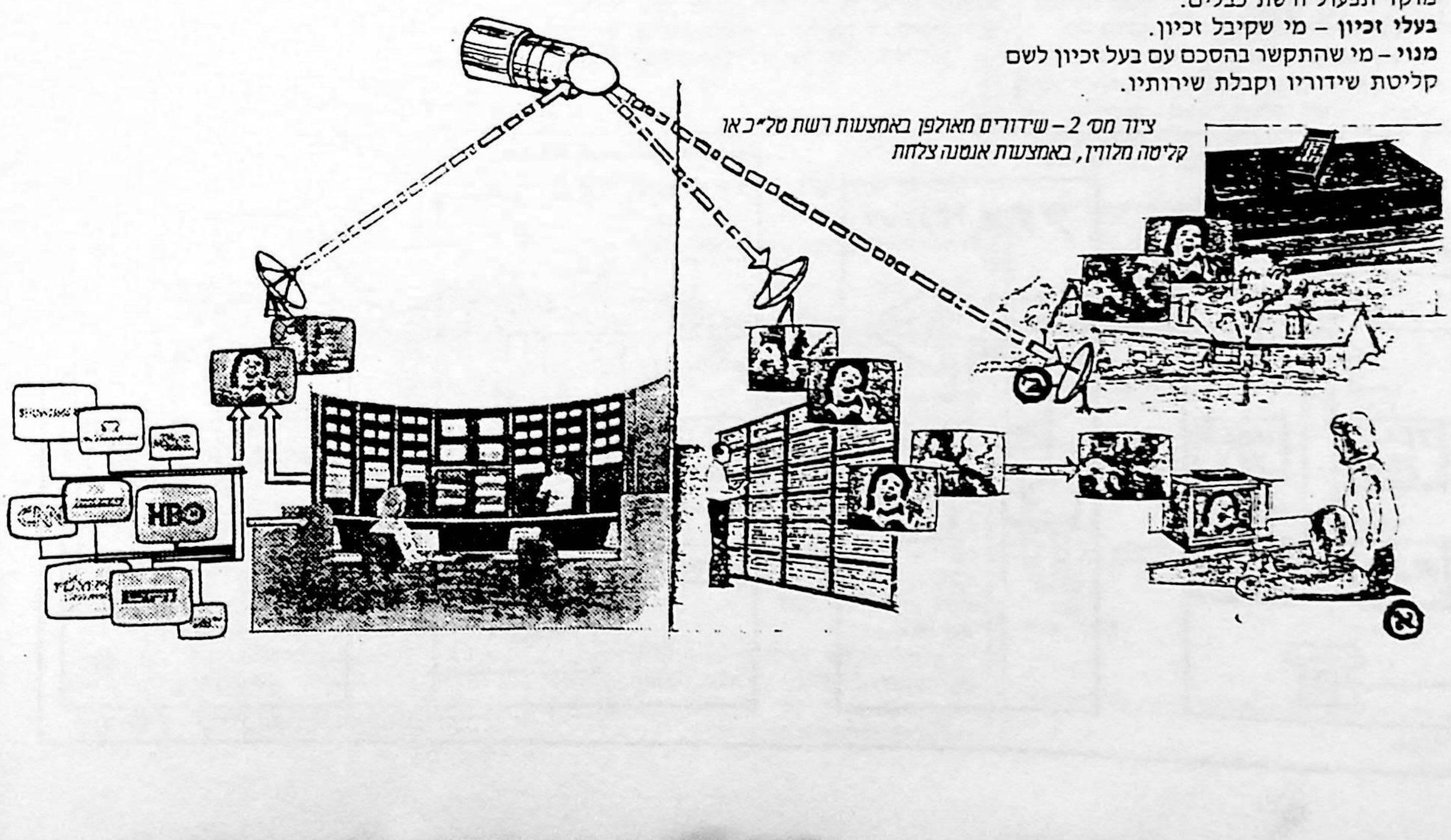
בין תפקידיה של המועצה: קביעת מדיניות לגבי סוגי השידורים, נושאיהם, תוכנם, רמתם, היקפם מועדיהם; קיום שידורים קהילתיים באזורים; עידוד הפקות מקוריות של תוכניות, בין היתר באמצעות שידורן במספר מירבי של אזורים; פיקוח על ביצוע השידורים ומתן השירותים בידי בעלי זכיונות; פרסום מכרזים למתן זכיונות; לשמש ועדת המכרזים, ועוד.

׳בעל הזכיון׳ הוא האדם שקיבל מאת השר זכיון. בעל זכיון אינו חייב ברשיון (לפי חוק זה ולפי פקודת הטלגרף האלחוטי). השר רשאי, לאחר התייעצות במועצה, לקבוע בזכיון תנאים כגון: מיפרטי תחנת השידור; אפשרות התאמתה של התחנה לשימושים נוספים, לרבות שידורים דו־כיווניים; חיבורה לרשת רחבה יותר ולשימוש בתשתיות בזק קיימות; אמצעים ודרכים לקליטת שידורים, העברתם והפצתם; קצב הפיתוח של תחנת השידור והיקפה; דרכי הפעלתה של תחנת השידור וניהולה; ערבויות שעל בעל זכיון להמציא לשם הבטחת מילוי תנאי הזכיון; שינוי תנאי הזכיון; תקופת זכיון, לרבות הארכתה; חובותיו של בעל זכיון בכל הנוגע לשירותים שיתן למנויין; שילובה של תחנת שידור ומערכת של תורן אזורי שהוקם לפי חוק הרשויות המקומיות (תורן לאנטנות טלוויזיה/רדיו) והסדרים כספיים בין בעל זכיון ובעל מערכת כזאת; קביעת תקנות, תקנים ומיפרטים של רשתות כבלים, מוקדי תפעול והתקנים אחרים המשמשים לצורכי שידורי כבלים; ביטול זכיון, הגדלתו וכו׳.

בתקנות הבזק מגדירים: מכרזים, זכיונות, שילוב תחנת שידור ומערכת תורן אזורי, תקנים ומיפרטים של רשתות כבלים וכללי הבזק.

המכרזים לשידורי כבלים הם לאזורים כפי שקובע השר בתקנות הבזק (זכיונות). את והמועדים לפרסום המכרזים קובעת ועדת המכרזים, שהיא המועצה בשבתה בועדת מכרזים.

המכרז מתפרסם בהודעה, בשלושה עתונים יומיים לפחות הנדפסים בארץ, ובה מפורטים לפחות: האזור שאליו מתייחס



ציור מס׳ 2 – שידורים מאולפן באמצעות רשת טל״כ או קליטה מלווין, באמצעות אנטנה צלחת

המכרז וגבולותיו; המקום והמועד לקבלת מסמכי המכרז; התשלום שיש לשלם בעד קבלת מסמכי המכרז; המקום והמועדים להגשת הצעות וכן המועד האחרון להגשת הצעות.

הועדה ממציאה לכל אדם המבקש להשתתף במכרז את מסמכי המכרז: נוהל להגשת הצעה; תיאור גבולות האזור; עיקרי תנאיו של הזכיון; טופס פרטי להגשת הצעה וכו׳. ההצעה נמסרת לידי מי שהוסמך לקבלה במשרדי הועדה במקום ובמועד כפי שפורסמו בהודעה.

בתקנות נקבעו גם נהלי פתיחת ההצעות, מתן התשובות על הזוכה וכו׳.

בתקנות בזק עבור זכיונות, מוגדרים בין היתר:

**המנהל** – מנהל השירות לשידורי טלוויזיה בכבלים ולמנויים במשרד התקשורת.

**בעל זכות שימוש** – מי שקיבל זכות שימוש באפיק של רשת כבלים.

**מבקש** – מי שפנה אל בעל זכיון בבקשה להיות מנוי בתחום האזור.

**תוכנית הנדסית** – תוכנית להקמת תחנת השידור שהגיש זוכה במכרז לפי תנאי המכרז ושאושרה בידי המנהל.

כמו־כן מוגדרים התנאים להקמת תחנת השידור והפעלתה ע״י בעל זכיון לשידור בכבלים; חובותיו וסמכויותיו של בעל הזכיון כלפי מנוייו; שיטות חיוב המנוי בתשלומים; הפסקת שירות שידור למנוי וחידושו; תחזוקה וטיפול בתקלות; החזר תשלומים למנוי; דמי זכיון, תמלוגים ותשלומים אחרים שבעל הזכיון חייב לממשלה ועוד.

מנהל השירות לשידורי טלוויזיה בכבלים ולמנויים שבמשרד התקשורת (או מי שהוא מסמיך לכך), רשאי להיכנס בכל זמן סביר לכל מיתקן, אולפן או תחנת שידור כדי לפקח על ביצוען של הוראות החוק ותקנות, ועל מילוי תנאי הזכיון.

בעל הזכיון צריך להמציא למנהל דוחות תקופתיים, מסמכים, תוכנית ומפרטים – במועדים, בתדירות ובמתכונות כפי שנקבעו לכך בזכיון.

ב׳תוספת׳ של התקנות, מוגדרים מספר אזורי זכיון וגבולותיהם.

ב׳תקנות הבזק – תקנים ומיפרטים של רשתות כבלים׳, מוגדרים מושגי יסוד כגון: אולפן; מוקד חלוקה; מוקד תפעול משני; מוקד תפעול ראשי; מערכת כבלים; נתיב הלוך וחזור; עורק ראשי, משני ושלישוני; רוחב פס (הוא תחום תדרים להעברת אותות במערכת כבלים) ציוד מישק (התקן המהווה חלק ממערכת כבלים והמיועד לקליטת שידורים בחדרי המנוי, לרבות מפענח וממיר אפיקים ולמעט מקלט הטלוויזיה, רדיו או וידיאו); ׳קו זן׳ (נתיב תמסורת להעברת אותות באמצעי פיזי, לרבות כבל קואקסיאלי 6 או סיב אופטי ומהווה חלק ממערכת כבלים).

כמו־כן, מוגדרים תקנים ומיפרטים, ביניהם:

• מערכת הכבלים תאפשר הפעלת תמסורת אותות בנתיב הלוך וחזור.

• רוחב הפס בנתיב הלוך יהיה 400 מגה־הרץ לפחות; רוחב הפס בנתיב חזור יהיה 20 מגה־הרץ לפחות.

• מספר האפיקים להפצה בו־זמנית של שידורי כבלים בנתיב הלוך יהיה לפחות 24 עבור טלוויזיה ו־18 להעברת רדיו באפנון תדר סטריאופוני.

• אותות הטלוויזיה במוצא מערכת הכבלים יתקבלו בשיטת PAL/B או PAL/G.

ב׳תוספת׳ ניתנת טבלת תחום תדרים, אפיק שידור ורוחב הפס של כל אפיק, תדר גל נושא תמונה, קול וצבע. כמו־כן, יש ציון מיוחד לאיסורים של תחומי תדרים, הספק מוקרן, הפרעות אלקטרומגנטיות וכו׳.

בכללי בזק – שידורי בעל זכיון – יש נגיעה לנושאים כמו: אזור בעל זכות שימוש; הפקה מקורית וקנויה; מישדר; מישדר חוזר; שידורי לווין. כמו־כ יש התייחסות לסוגי השידורים:

שידורי חובה שהם שידורי הרדיו ושידורי הטלוויזיה המשודרים לפי כל חוק לציבור בישראל והניתנים לקליטה מהאוויר.

שידורים בסיסיים – הכוללים גם שידורים עצמיים באפיק אחד של רשת הכבלים, טלוויזיה לימודית, שידורי חובה.

שידורים משניים – שהם העברה או הפצה של שידורים שאינם שידורים עצמיים, באמצעות רשת כבלים, לרבות: שידורי חובה, לווין, שידורים של בעל זכות שימוש, טלוויזיה לימודית. שידורים שמקורם מחוץ לארץ לרבות: שידורים מלוויינים שבעל זכיון לשידורי כבלים הורשה להעבירם וכו׳.

בהמשך מפורטים סייגים לשידורים של בעל זכיון, כגון: סרטים או מחזות שהמועצה לביקורת סרטים ומחזות לא אישרה את הצגתם על־פי כל דין; חומר תועבה, תעמולה מפלגתית, הסתה גזענית או לאומנית; חומר שיש בו משום הפרת זכות יוצרים או זכות מבצעים על כל דין.

כמו־כן בעל זיכיון צריך להבטיח כי בתרכנם של שידורים לא יהיה משום השפלת אדם או קבוצת בני אדם בשל לאום, מוצא ודת; ביזוי אדם בשל מעשים, התנהגות או תכונות המיוחסות לו; הסתה לאפליה מטעמים של גזע, מוצא, דת לאום ומין.

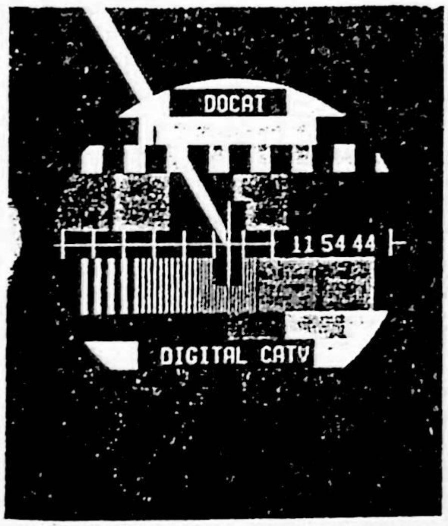
גם איסור פרסומת מקבל ביטוי בתקנה זאת. חלק מיוחד מוקדש להגדרת חובות בעל זכיון בקיום שידורים עצמיים: ימי השידורים (כל ימות השנה, למעט יום הכיפורים); דיוק בתוכן מישדר; איזון בשידורים לפי תכנם; מועדי שידור לפי גיל (בשום מקרה לא ישודרו תכניות הכוללות אלימות, מין ומראות סבל קשים לפני השעה 22.00); שפת השידורים ותרגום לעברית; חדשות מקומיות מהימנות ומדויקות; וכו׳.

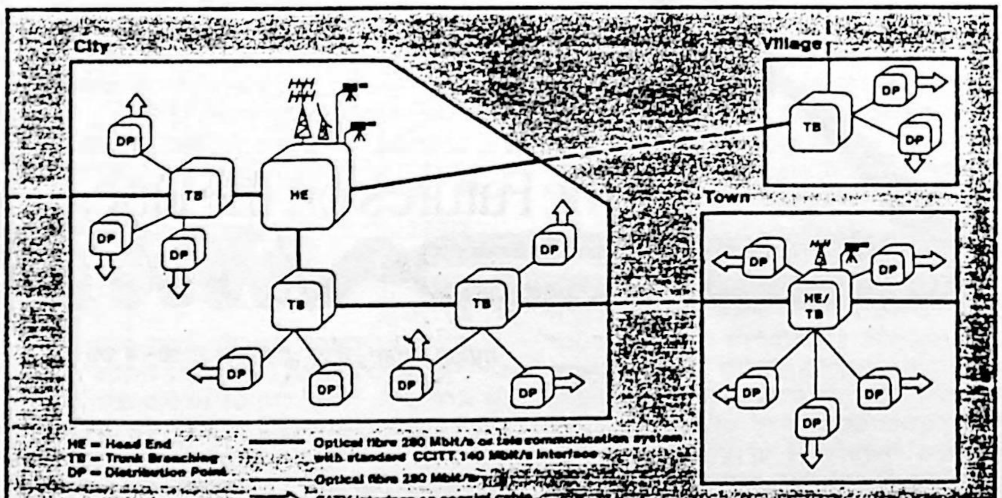
היקף השידורים העצמיים, ההפקר המקורית והעצמית מקבלים תשומת לב מיוחדת, וגם תוכניות השידורים. לשידורים קהילתיים השייכים למרכז קהילתי, מתנ״ס, בית ספר וכל מוסד ציבורי שפעילותו בתחום האזור, ללא מטרות רווח, שלא פועל מטעם מפלגה או למען מטרה פוליטית, ושהפעילות היא למען ציבור התושבים באזור בתחומי תרבות, חינוך, אמנות, ספורט, רווחה, בריאות או איכות הסביבה – מובטח שידור באפיק השידורים העצמיים, ללא תשלום ע״י בעל זכיון. היקף השידורים, תנאי תשלום במקרה של שימוש באולפן־ציוד הקלטה תאורה - עבור התכנית הקהילתית, בדיקת התוכניות ע״י בעל הזכיון לפני שידורם גם הם מוסדרים בפרק זה.

## תוכן השידורים העצמיים בשידורי לווין

מוגדרים: היקף השידורים לשדורי לווין, היקף ההפקה המקורית והעצמית, נושאי התוכניות, איסור שידורי חדשות.

בשידורים משניים שמקורם בישראל או מחוץ לישראל מבטיחים העברת שידורי




ציור מס׳ 3 – מערכת דנית (DOCAT) בפס־רחב עבור טל״כ

חובה, הפצת שידורי לווין, הפצת שידוריו של בעל זכות שימוש, הפצת שידורי הטלויזיה לימודית, אחריות לענין תוכן השידורים, העברת שידור חוץ בזמן אמיתי משידורי הטלויזיה הממלכתית של מצרים, ירדן, ה־מזרח התיכון, של תחנת ׳קול התקוה׳ מלבנון, תוכניות המשודרות מלוכסמבורג ומופצות באמצעות לווין וטלסט (אירגון האירופאי לתקשורת לווינים), שידורי הלווין ברשת סטציונר/4 גוריזונט 7 מברית המועצות.

שידורי חוץ יכולים להיות גם מוקלטים, בתנאים מסויימים. בין הסייגים להעברת שידורי חוץ קיים הצורך בהסכמת בעל הזכו־יות בלווין לשידור או להפצת התוכניות באמצעותו, או הודעה ממנהל השירות לשידו־רי טלויזיה בכבלים ולמנויים כי ניתן אישור האיגוד הבין־לאומי או היבשתי הנוגע בדבר, או להפצת התוכניות.

בתיקון מס׳ 5 לחוק הבזק מוסדרים בין היתר, עניינים קשורים לטל״כ, כגון הקמת רשתות עצמיות ע״י בתי מלון באיזור שלא ניתן זכיון טל״כ.

פקודת הטלגרף האלחוטי הוחלה גם על הטל״כ: הובהרו ההוראות בעניין הטל״כ, הוקטן מספר האפיקים שבעל זכיון צריך להע־מיד לגופים חיצוניים; נקבע כעבירה ׳סיוע׳ לתחנות טל״כ (כולל פרסומת), ונאסר על בעלי זכיונות להתאגד לצורך הפקות מקומיות. נקבעו כעבירה פלילית התחברות למערכת טל״כ בתחבולה, נקבעו תקנות בדבר המעבר מהפצה ישירה מטל״מ לטל״כ, וכו׳.

## מספר היבטים טכניים

רשת טלויזיה בכבלים מורכבת מאולפן שידורים, מרכז בקרה, מרכז לווינים עם פי־קוח לווינים, מרכז קליטה ומערכות תמסו־רת, הפצה לבתים, ציוד קליטה. התשתית התמסורתית מורכבת הן מכבלי מתכת או סיבים אופטיים והן בצורת גלים קצרים (מיקרוגל) לערי הפרבר של המוקד, כדי לח־סוך בהוצאות בכבלים למרחקים (ציור מס׳ 2).

עקב הביקוש הגדול בארצות־הברית לטלוויזיה בכבלים התפתחו שיטות תמסורת וקליטה המאפשרות מיגוון הולך וגודל של שירותים.

בצד המנוי קיימים ממירים המאפשרים ׳תשלום בצפיה׳, בקרה אלקטרונית מרחוק וכו׳. ממיר כזה המכיל גם אפשרות ל׳תשלום בצפיה׳, מגדיל את האופציות של הצופה לקבל על מירקע הטלוויזיה שלו תוכניות מיוחדות לקלטות וידיאו עוד לפני שאלו מגיעות לרש־תות טל״כ בצורה רגילה.

שימושים אחרים, לדוגמה, שממירים כאלה יכולים הם ׳קניות מהבית׳.

כדי להבטיח הפצה וקליטה מבוקרת של התוכניות המשודרות, חברות פיתחו ציוד להצפנת השידור ופיענוח בצד הקליטה, בעי־קר עבור תוכניות בידור.

נוסף לכך, מאחר שרשתות טל״כ מודרניות מאפשרות גם העברת נתונים, יש צורך באבט־חה בטחונית של הנתונים המועברים באמצ־עות לווין.

כדי למנוע קליטה ׳פירטית׳ – פיענוח ללא אישור מבעל הרשת – ננקטים גם צעדים משפטיים וגם אלקטרוניים.

כדי שהטלוויזיה בכבלים תהיה מסוגלת לתת את כל מיגוון האפשרויות, יש צורך בשימוש יעיל יותר של רוחב־פס העובר דרך הרשת. סיבים אופטיים הם אחת מהשיטות שבאמצעותם ניתן להגדיל את המהירות וה־דיוק של העברת המידע.

יש ארצות, כמו צרפת ויפן, המכניסות סיבים אופטיים בהיקף גדול ומבטיחות לעצ־מן רשת כבלים. רוחב פס גדול מאפשר העברה בו־זמנית של תמונות, נתונים ודיבור ובונים רשתות חדשות.

במקומות אחרים, כגון דנמרק, משתמ־שים בסיבים אופטיים עבור עורקים ברשתות טל״כ (קשר בניתוב ראשי ובינוני) וכבלים קואקסיאליים, במערכת הפצה מקומית (ציור מס׳ 3).

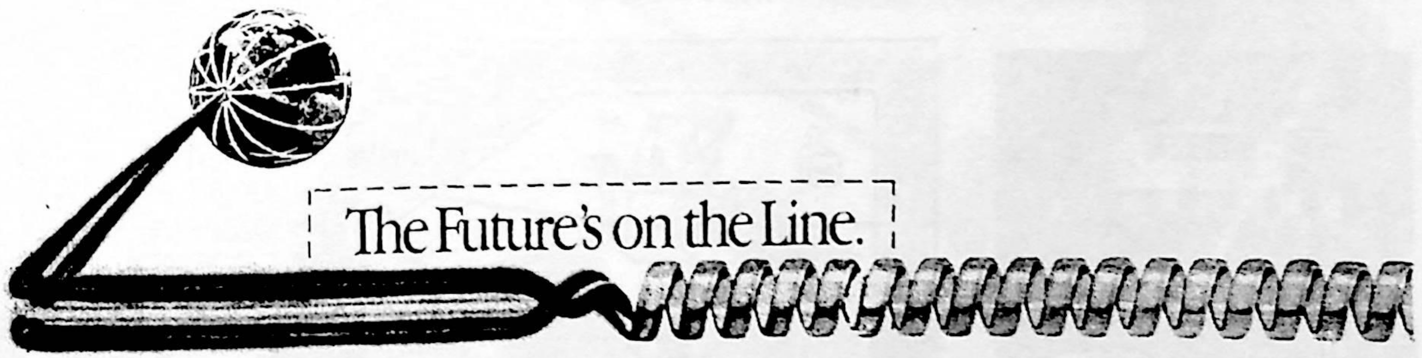
יש ארצות שלא מוכנות לרשת מחדש את כל הארץ, או אזורים מסויימים (כגון באר־ה״ב), ומעדיפים לשפר רשתות קיימות.

בעתיד הקרוב השימוש בסיבים אופטיים יאפשר איכות גבוהה מאוד בקליטת טלוויזיה (תמונות) – (HIGH DEFINITION TELEVISION) אך יש צורך שגם תעשיית מקלטי הטלוויזיה תזוז לכיוון זה. קיימים בעולם בזמן האחרון מקל־טים כאלה, אבל הם עדיין מאד יקרים.

קליטת מוזיקת סטריאו מגדילה את הית־רון של הטל״כ. השימוש בהעברת סיפרתית של האותות מאפשרת שמיעת מוזיקה ברמת, קומפט בלי שהמנוי יצטרך לקנות ציוד מיוחד או תקליטים כאלו. בכך הטל״כ מבטיחה למנויים תוכניות רדיו באיכות טובה מאוד, באותה השיטה ששידורי טלוויזיה מאפשרים קליטת תמונות.

בארץ, בהתאם לשיקול של בעל הזיכיון של הרשת, הוא יכול להשתמש בתשתית התקשורת של חב׳ ׳בזק׳, בתשתית נפרדת, או בשתשית משולבת עם תשתית של סיבים אופטיים, לדוגמה של חב׳ בזק.

כפי שניתן לראות בציור מס׳ 4, כדאי לראות את עתיד התקשורת כשילוב של שירו־תים כדי לחסוך במשאבים ולהבטיח תקשורת טובה, אמינה מהירה וזולה.




ציור מס׳ 4 – שילוב שירותים: דיבור, נתונים, תמונות

# טלוויזיה בכבלים וטלוויזיה למנויים

ברצונך לראות יותר ערוצי טלוויזיה? מעניין אותך ספורט? פופ־וידיאו? סרטים? אתה רוצה להשתלם בביתך? לדעת מה קורה בסביבה הקרובה או הרחוקה? את כל אלה ניתן יהיה לקבל בעזרת הטלוויזיה בכבלים (טל״כ) והטלוויזיה למנויים (טל״מ) המתפתחות בהיקף גדול, עתה גם אצלנו.

מהי טלוויזיה בכבלים, איזה ערוצים אפשר לקלוט בה, איך אפשר להתחבר אליה, מהן העלויות? המאמר עונה על שאלות אלה.

הטל״כ תשנה את הרגלי הצפייה בטלוויזיה והצרכן יוכל לקבל מיגוון רחב יותר של שירותים. יש מרחיקים ראות וצופים שנוהגי העבודה ישתנו ועובדים רבים יעברו ממשרדים מרוכזים לעבודה מבוזרת ב׳בית הממוחשב׳, שיתאפשר ע״י התווך החדש – הטלוויזיה בכבלים.

מחשב אישי, טלפון, מקלט טלוויזיה, מדפסת ופקסימיליה יהפכו את הבית ממקום מגורים ומנוחה בלבד, גם למקום יצירה ופרנסה.

## מהפכת הכבלים

הטלוויזיה בכבלים קיימת בארה״ב ובאירופה כבר עשרות בשנים. בארה״ב היא החלה להתפתח בשנות ה־50, וכיום מחוברים אליה כ־45 מיליון בתי־אב (ו־6 מיליון בתי־אב נוספים בקנדה).

באירופה ההתפתחות היתה איטית יותר. החל מ־1985 התחילו להתפתח רשתות טלוויזיה בכבלים, בעיקר בגלל האפשרות לקלוט באמצעותן תוכניות מיוחדות בתשלום נוסף.

## טל״כ וטל״מ ושיטות טלוויזיה אחרות

בעלי מקלטי טלוויזיה בארץ יכולים היום לקלוט את הערוץ הכללי, הערוץ השני (הניסיוני), וכן ערוצים שמשדרות תחנות מארצות שכנות. מי שבמקלטיהם נמצא מפענח מיוחד יכולים לקלוט גם את שידורי ה׳טלטקסט׳. שירות נוסף הוא ה׳וידיאוטקס׳, והוא מופץ באמצעות רשת הטלפון (בארץ שירות זה מצומצם). כמו־כן ניתן לצפות בתוכניות טלוויזיה בעזרת קלטות וידיאו, או להתחבר לטלוויזיה בכבלים ׳פירטית׳.

הפיתוח הטכנולוגי של טלוויזיה בכבלים וטלוויזיה לוויינית יביא לאפשרויות בחירה רבות ומגוונות של תוכניות טלוויזיה שמנוי יכול לקלוט. תמורת תשלום לא גדול (מעריכים שבין 12 דולר ל־18 דולר לחודש) ניתן יהיה לקלוט מספר גדול של ערוצים: בארץ המערכות יאפשרו 24 ערוצי טלוויזיה ו־18 ערוצי רדיו סטריאופוני, כלומר מיגוון רחב של תוכניות, ובאיכות טובה.

## טל״כ בארץ

לצורך הקמת תחנות טל״כ משרד התקשורת חילק את המדינה ל־31 אזורים כשכל אזור מופעל ע״י משקיע פרטי. לכל אזור יהיה מוקד תיפעול משלו, אשר יוכל לבחור האם להתחבר למוקדי תפעול אחרים, לשדר את התוכניות הכלליות, תוכניות בהפקה מקומית, תוכניות מוקלטות, וידיאו וכו׳.

רשתות הטלוויזיה בכבלים בארץ מותאמות לא רק לשידור, אלא גם לשימוש בתקשורת דו־כיוונית. פתרון טכני זה נותן מימד חדש לרשתות אלה – גם שידור וגם קליטה.

מבחינה טכנית מנויים ברשתות הטל״כ שיש להם מחשב אישי יוכלו באמצעות הרשת לשלוח ולקבל נתונים, דאר אלקטרוני, לשחק משחקים עם מנויים אחרים ברשת ועוד. היישום בפועל של אפשרויות אלו תלוי ביזמים, ובמידת ההתעניינות בפיתוח הרשת ולחיבור רשתות אלה עם רשתות אחרות כמו טלפון, נתונים (׳ישראנת׳, ׳ספרנת׳ וכו׳).

ההשקעה לכל האזורים בארץ היא כ־500 מיליון דולר, והמשקיעים הם מהארץ ומחו״ל. הזיכיונות הם לתקופה של 14 שנים ובהתחשב בפיזור האוכלוסייה באזור מסויים, רשאי שר התקשורת לתת זיכיון לגבי אותו אזור לתקופה ארוכה יותר, שלא תעלה על 18 שנים.

היזמים, תמורת הזיכיון שהם מקבלים, צריכים לשלם למדינה (דרך משרד התקשורת) 40 אלף ש״ח, ונוסף לזה 10 אלפים ש״ח מדי שנה ותגמולים מההכנסות ברוטו, הן מהמנויים והן משידורי פרסומת. התחנה תהיה זכאית לשדר פרסומות רק אחרי 5 שנים מקבלת החוק (בשנת 1986), זאת אומרת משנת 1991, וזה מותנה באישורו של שר התקשורת, לאחר אישור הממשלה וועדת הכלכלה של הכנסת.

כל אזור מורכב מיחידה כלכלית בסיסית המהווה כ־40,000 בתי־אב ויש הערכות שכ־60% מאוכלוסיית הארץ יצטרפו לתחנות הכבלים.

בחלוקת הארץ ל־31 אזורים נלקחו בחשבון מספר קריטריונים, כגון: מרכז עירוני כגרעין לאזור ומסביבו פרברים וישובים מפוזרים; אחידות קהילתית של יישובי האזור וכו׳.

קבלת הזיכיונות עבור האזורים היא על בסיס תחרותי באמצעות מכרזים. גופים ממשלתיים, חברות ממשלתיות ו/או תאגידים ממשלתיים לא יכולים להשתתף במכרזים.

החברות והאזורים שזכו במיכרזים הם:

1. ערוצי זהב ושות׳ – ירושלים (צפון ודרום), פתח־תקוה, רמת־גן (כולל בני־ברק), ובית־שאן.
2. חברת ת.ב.ל. – תשדורות בי״ל לישראל בע״מ – תל־אביב איילון וירקון, אשדוד־אשקלון, עמק־יזרעאל.
3. כבל נט בע״מ – חיפה מזרח ומערב.
4. אי.סי.אס. בע״מ – באר־שבע, רחובות, מישור עכו.
5. גוונים בע״מ – ראשל״צ, מעלות, כרמיאל.
6. מערכות תקשורת בכבלים בע״מ – בת־ים וקרית־שמונה.

כמו־כן פורסמו מיכרזים עבור האזורים: אילת, דרום השרון, יואב־אשכול, הר־הנגב, חולון, צפת, חדרה, לוד ורמלה.

## טלויזיה למנויים

במספר ארצות נהוג גם שרות טלויזיה שנקרא .PAY-T.V, (להלן טלויזיה למנויים). בשירות כזה המנוי יכול לבחור בתוכניות מיוחדות שאינן כלולות בשידורים הרגילים של הטלויזיה בכבלים תמורת תשלום נוסף על התשלום החודשי עבור השימוש בטלויזיה בכבלים.

התוכניות משודרות בערוץ מיוחד על פי תוכנית ולוח זמנים המובאים לידיעת המנוי. אצל המשתמש בבית יש פענח ממוען שבאמצעותו המנוי יכול להודיע על רצונו לצ־פות בתוכנית זו או אחרת. הודעה זו מועבֵרת למוקד התפעול ׳המשחרר׳ למנוי את התוכנית שהזמין וכן מחייב אותו עבורה.

התחנות לשידור בכבלים יספקו מערך שידורים שיכללו את כל התחנות הנקלטות כיום בארץ; תחנות לוויין מאירופה, רוסיה וארה״ב; ערוצי תוכניות מיוחדים לילדים, תוכניות ספורט, בידור, סרטי קולנוע, שידו־רים בהפקה עצמית שיקיפו תוכניות מגוונות בנושאי האזור, חדשות מקומיות, תרבות, פנאי, וכו׳.

מבחינה טכנית התחנות יוכלו לקלוט גם שידורי לוויין מארצות ערב, אבל באופן מעשי נושא זה חייב עדיין בדיקה.

דמי המנוי יהיו בסביבות 30 ש״ח לחודש ועבור ערוץ סרטים המנוי יצטרך לשלם תשלום נוסף. כמו־כן המנוי ישלם דמי התקנה חד־פעמיים עבור חיבור לרשת הכבלים, כולל התקנתו של בית־תקע אחד. כמו״כ ישלם עבור התקנת פענח, ממיר אפיקים או כל התקן אחר הדרוש לקליטת שידורים נוספים.



# הטלוויזיה בכבלים בארץ - יוצאת לדרך

הפרוייקט לטלוויזיה בכבלים בהיקף ארצי מהווה שער לכניסת מדינת ישראל לעידן תקשורת אלקטרונית־מודרנית, והוא חלק מ"מהפיכת המידע" של ימינו.

הפרוייקט, המסתכם בהיקף השקעה של כ־500 מיליון דולר, מבוסס על השקעות של יזמים פרטיים מהארץ ומחו"ל.

משרד התקשורת יחד עם המועצה לשדורי כבלים, מנהלים את הפרוייקט, שהוא ככל הנראה מהאטרקטיבים בשוק הטלוויזיה בכבלים העולמי.

לצורך קליטה טובה ושוויונית בכל הארץ, חולקה המדינה ל־31 אזורים (ציור מס' 1), והוציאו מכרזים לכל אזור ואזור (עד לכתיבת המאמר, עבור 26 אזורים פורסמו המכרזים ועבור 19 מהם כבר הוכרזו הזוכים.

השיקול לפירסום המכרזים נעשה, בין היתר תוך צירופים של האזורים הפחות אטרקטיביים (מרוחקים ודלי אוכלוסין) לאזורים האטרקטיביים יותר, כשהממוצע של כל אזור הוא בערך 40.000 בתי־אב.

על בעלי הזיכיונות חלה החובה להנחת התשתית וגם למתן התוכניות והשירותים.

תוקף הזיכיונות הוא בין 12–15 שנה, עם אפשרות הארכה ל־4 שנים נוספות, לפי אישור שר התקשורת, ולפי שיקולי טיב השירות.

מתוכנן, שכל המכרזים יצאו עד סוף מחצית שנת 1989 והרשתות הראשונות (או חלקן) יתחילו לפעול עוד השנה.

להלן כמה מהתוכניות והשירותים שיעבירו למינויים דרך רשתות טל"כ, תנאי התחברות ותשלום, שירותים מיוחדים בתוספת תשלום וכו'.

## תוכניות ושידורים בטל"כ

רשתות הטל"כ בארץ יוכלו לשדר לפחות 24 תוכניות טלוויזיה ו־18 תוכניות רדיו סטריופוני בו־זמנית.

למנוי תהיה אפשרות בחירה בין תוכניות אלה.

בעל הזיכיון לשידורי טל"כ יפרסם את לוח התוכניות השבועי מדי שבוע מראש בעיתונים מקומיים המופצים באזור, וכן באמצעות הודעה שתשודר בשידוריו העצמיים, לוח זמנים והאפיקים בהם ישדר.

נוסף לכך, ימציא בעל הזיכיון לכל מבקש, תמורת תשלום, לוח תוכניות רבעוני (שיאושר קודם לכן ע"י המועצה לשידורים בכבלים).

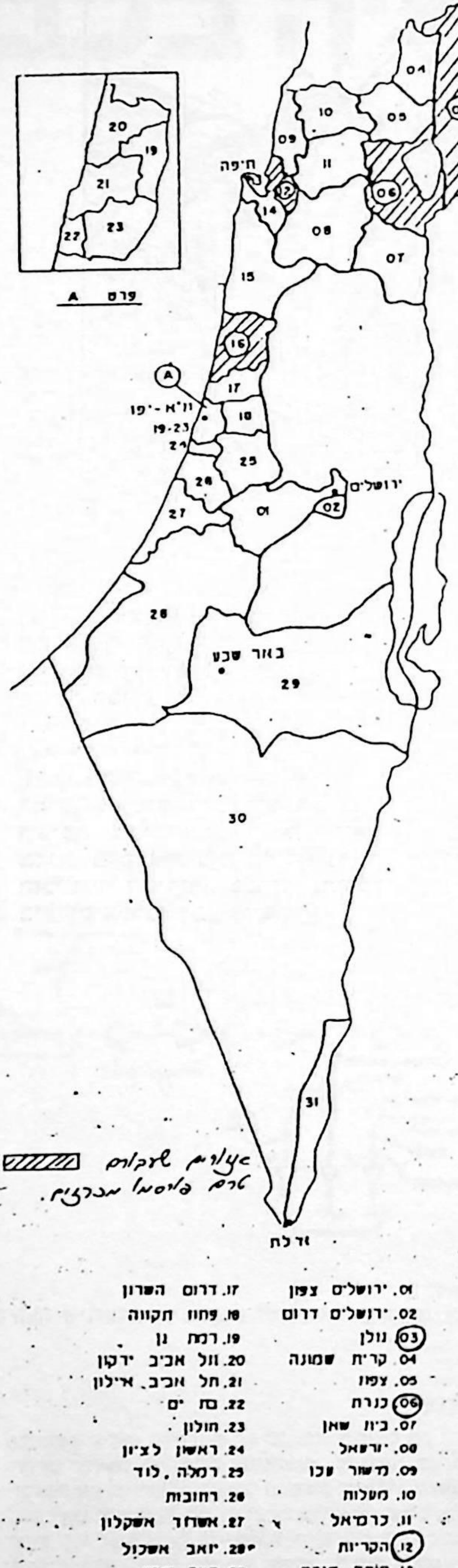
השידורים של בעלי הזיכיון, מוסדרים בהתאם ל"כללי הבזק" (שידורי בעל זיכיון) מ־התשמ"ח (1987) כפי שהם מופיעים בקובץ התקנות 5064, לפיו השידורים מתחלקים למספר סוגים:

שידורי חובה: הם שידורי טלוויזיה, המשודרים לציבור בישראל והניתנים לקליטה מהאוויר. כמו־כן שידורי הרדיו באפנון תדר.

שידורים בסיסיים: מיקבץ ושירותים במתכונת שנקבעה לבעל הזיכיון שניתן לו והכוללים:

- שידורים עצמיים באפיק אחד של רשת הכבלים.

"שידורים עצמיים" – הם שידורים שמקור שידורם הוא אולפן של בעל הזיכיון, (מהפקה עצמית או הפקה קנוייה).




חלוקת הארץ לאזורי זיכיון

- שידורי הטלוויזיה הלימודית.
- שידורי חובה.
- שידורים משניים – המהווים העברה או הפצה של שידורים שאינם שידורים עצמיים ברשת כבלים: שידורי חובה: שידורים של בעל זכות שימוש (מי שקיבל זכות שימוש) באפיק של רשת כבלים, לפי חוק).
- שידורי לווין (שידורי טלוויזיה באמצעות לווין, בהתאם לחוק).
- שידורי הטלוויזיה הלימודית.
- שידורים שמקורם מחוץ לישראל, לרבות שידורים מלווינים שבעל הזיכיון לשידורי כבלים הורשה להעבירם.

את השידורים העצמיים ישדר בעל הזיכיון בכל ימות השנה (למעט יום כיפור) בעברית: השידור מהפקה קנוייה, שכולו או מקצתו אינו בשפה העברית, יתורגם תמלילית לעברית (פרט לשידורים המיועדים ללמד שפה בה התוכנית משודרת, או מיועד לציבור הדובר בשפת השידור או מיועד לתיירים. כמו־כן, שירים או מוסיקה. תוכניות ספורט מהפקה קנוייה, רשאי בעל זיכיון ללוותן בדברי קריינות ותיאור בלבד, בעברית.

הדשות מקומיות המתייחסות לאזור הזיכיון בלבד. השידורים חייבים להיות מהימנים ומדוייקים. בעל הזיכיון צריך לנקוט אמצעים לאימותם (אפילו לדחות בשל כך מועד שידורם).

שידורים בענייני האזור: פעילויות בתחום ההתנדבות, יצירה, אמנות, מורשה, חינוך ותרבות וכן סקירה של אירועי תרבות ואמנות באזור: פעילות בתי־ספר או מרכזים קהילתיים באזור בתחומי הלימוד השונים, ענפי ספורט, חוגים ותחביבים של תושבי האזור: תוכניות לקשישי האזור, לבית ולמשפחה, איכות הסביבה ושירותים מוניציפליים באזור וכו'.

שידורים בערבית: באזורים ששפת האם של לפחות 25% מן התושבים היא ערבית, ישדר בעל הזיכיון באזור חדשות מקומיות בשפה הערבית, לפחות ארבע תוכניות מדי שבוע ולא פחות מ־15 דקות כל תוכנית.

כמו־כן, לפחות פעם בחודש, ישודר סרט באורך מלא בשפה הערבית (במהלך השידור יוקרן תרגום תמלילי לעברית).

- תוכניות מוסיקה: שלוש תוכניות לפחות ששתיים מביניהן הן שירים ופזמונים עבריים.

## תוכנם של השידורים

בשידורים העצמיים, מוקדש מקום מיוחד ל: שידורים קהילתיים – בעל הזיכיון ישדר, ללא תשלום, באפיק השידורים העצמיים, תוכניות מוקלטות שהפיק מוסד קהילתי (מרכז קהילתי, מתנ"ס, בית־ספר, מוסדות ציבוריים שבהם קיימים פעילות אזורית, ללא מטרות רווח, בתחומי תרבות, חינוך, אמנות, ספורט, רווחה, בריאות וכו').

שידורים משניים שמקורם בישראל:

- תוכניות שבעל הזיכיון ישדר בזמן אמיתי, ללא כל קטיעה או עריכה את שידורי החובה.
- אפיק מיוחד מאפיקי רשת הכבלים, צריך להקצות בעל הזיכיון לשידורי כבלים עבור הפצת שידוריו של בעל הזיכיון לשידורי לווין, כדי להפיץ את שידוריו באזור.

כמו־כן, בעל הזיכיון יקצה אחד מאפיקי רשת הכבלים שלו, לשידורי הטלוויזיה הלימודית.

## שידורים שמקורם מחוץ לישראל

שידורי חוץ – הם שידורים הניתנים לציבור שמקורם מחוץ לישראל והנקלטים מן האוויר, לרבות שידורים מלוויינים בזמן אמיתי:

- שידורי הטלוויזיה הממלכתית של מצרים.
- שידורי הטלוויזיה הממלכתית של ירדן.
- שידורי הטלוויזיה MIDLE EAST של תחנת 'קול התקווה' מלבנון.
- שידורי הלווין ברשת סטציונר/4 אוריזונט 7 מברית־המועצות.
- שידורי הטלוויזיה של קפריסין.
- תוכניות המשודרות מלוכסמבורג ומופצות באמצעות לווין. 'יוטלסט' – הארגון האירופאי לתקשורת לוויינים באמצעות אותו הלווין גם מהמדינות הבאות:

א. אנגליה – SUPER CHANNEL 2 + MUSIC
- BOX (1F1)
- SKY CHANNEL 1 (1F1)
- THE ARTS CHANNEL 9 (1F1)

ב. ארה"ב WORLDNET (1F1) •
ג. איטליה RAI UNO 15 (1F1) •
ד. ספרד TVE - 1 27 (1F4) •
ה. גרמניה TV5 10 (1F1) •
- 3 SAT 12 (1F1)
- SAT 1 11 (1F1)

ו. בלגיה FILMNET 7 (1F1) •
ז. שוויצריה TELECLUB 26 •

- תוכניות המופצות באמצעות לווין אינטלסט – הארגון הבינלאומי לתקשורת לוויינים, מהמדינות הבאות: א. ארה"ב CNN 16 (VA F11) •
- WORLDNET (VA F11)

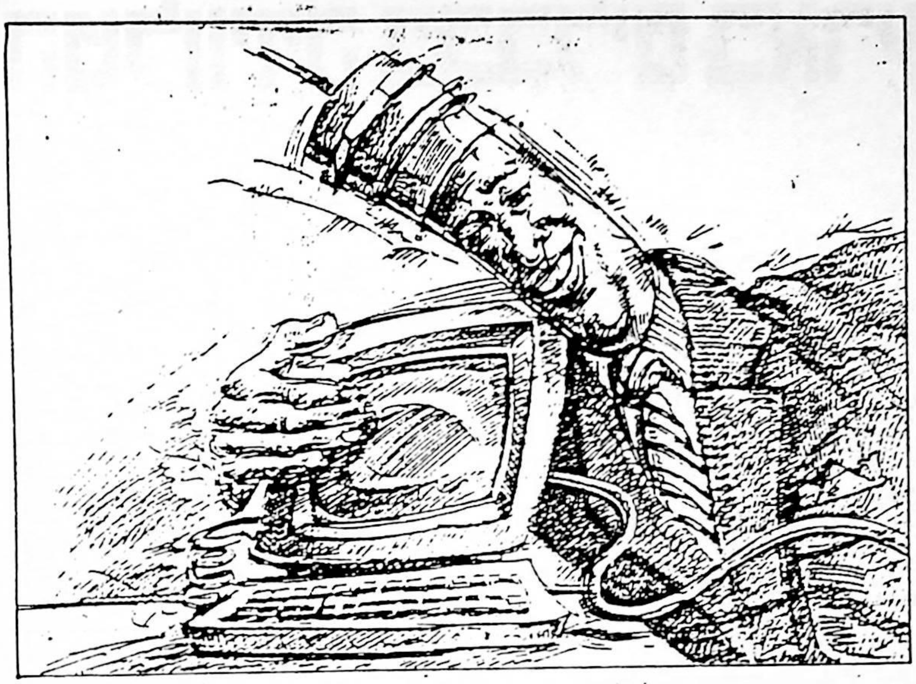
ב. גרמניה TELE 5 (KMP MUSICBOX) 5 (VA F12) •
- WEST 3 30

ג. טורקיה T.R.T. 1+II (VF 7) •
ד. צ'ילה CHILE 4 (VAF 11) •
ה. אתיופיה (VAF 12) •

- תוכניות המופצות באמצעות לווין טלקום:
- LA CINQ 23M (TELECOM-1 F1)
- CHANNEL J (TELECOM-1 F1)
- M 6 24 (TELECOM-1 F1)

9) תוכניות המופצות באמצעות לווין צ'יינסאט, הלווין הסיני.
- CHINA-1
- CHINA-2
- CHINA EDUCATIONAL

המועצה לשידורי כבלים רשאית לשנות את רשימת שידורי החוץ הנ"ל, להוסיף או לגרוע ממנה, באמצעות מתן הודעה על כך לכל בעלי הזיכיונות לשידורי כבלים (הודעה המופיעה בילקוט הפרסומים, ברשומות).



לקשור את המחשב לטלביזיה בכבלים

## שירותים בעלי ערך מוסף באמצעשת טל"כ

בנוסף לשירותים הבסיסיים, רשאי בעל הזיכיון להגיש בקשה לרשיון מיוחד להפעלת שירותים בעלי ערך מוסף, כגון: בנקאות ביתית, קניות מהבית, דואר אלקטרוני, וידיאוטקס, טלטקס, וכו'.

רשתות הטלוויזיה בכבלים יוכלו לספק חלק ניכר מדרישות להעברת נתונים ההולכת וגדלה, במיגזר העיסקי והתעשייתי ויכולים להוות אי תקשורת מתקדמת הידועה בעולם בשם: IBSDN - INTEGRATED BROADBAND DIGITAL NETWORKS, שהם שלב מתקדם יותר של שילוב שירותים ברשתות סיפרתיות.

ניתן ליצור קשר בין רשתות אלו באמצעות הרשתות הציבוריות או בינן לבין עצמם. הטכנולוגיה קיימת והעתיד נראה מוצלח.

# תקשורת מחשבים וטלויזיה בכבלים

הטלויזיה בכבלים (להלן טל"כ) מתחילה להתפתח בישראל, וזאת בשעה שבארצות אחרות כבר התבססה. ההתעניינות בנושא הולכת וגוברת בשל הפוטנציאל הטמון במדיה חדשה זו, המהווה תשתית לתקשורת מתקדמת כמו: שרותים קהילתיים ועירוניים, מוקד להגנה מפני פריצות, אזעקות במצבי חרום (שריפה, מחלה), עיתונות מקומית, תקשורת לוויינים וכד'.

במאמר מובאים הסברים על טל"כ, ועל הקשר עם רשתות אחרות, ציבוריות או פרטיות, ארוכות טווח או מקומיות.

## התפתחויות בטל"כ

הטלויזיה התפתחה מאז תום מלחמת העולם השנייה, בעיקר כמדיה בידורית. נעשה בה שימוש לעסקים, הדרכה, טלויזיה במעגל סגור ועוד, אך לטווחים ארוכים השימוש היה יקר.

ההתפתחויות הטכנולוגיות הפכו את הטלויזיה למדיה תקשורתית משולבת, המשתלמת מבחינה כלכלית בעיקר הודות לטל"כ (COMMUNITY ANTENNA, CATV).

תפקידו הראשוני של הטל"כ היה להעביר שידורי טלויזיה למקומות שבהם אין אפשרות קליטה מרשת הטלויזיה הכללית בגלל סיבות גאוגרפיות, או פיסיות (מבני פלדה גבוהים לדוגמא).

בארה"ב מחוברים כ־45 מיליון בתי אב לרשתות טל"כ (כמחצית מבתי־האב בעלי מקלטי טלויזיה), מהם כ־25 מיליון מחוברים לטל"כ בתשלום, שבעזרתו הם יכולים להזמין תוכניות מיוחדות, וברוב המקרים יש להם אפשרות לבחור מתוך 20 תוכניות טלויזיה או יותר. מספרם הרב של הערוצים מאפשר לשדר תוכניות בעלות עניין מקומי.

**הגורמים שאיפשרו את התפתחות הטל"כ:**

1. טכנולוגיית הטל"כ משמשת גם כרשת תקשורת מקומית.
2. טל"כ מהווה תווך תקשורת המרכז שרותי פס־רחב במרכזי תקשורת עירוניים או אזוריים (TELEPORTS') ללווייני תקשורת.
3. טל"כ מהווה אלטרנטיבה לתמסורת נקודה לנקודה (נל"ן).
4. התפתחות תקשורת לוויינית – לוויני תקשורת מאפשרים גם ועידות וידאו (VIDEOCONFERENCE) רב־נקודתיות בהקף בינלאומי ובמחירים נמוכים בהרבה מאלה שבתקשורת קרקעית, בעיקר בגלל שהמחירים אינם תלויים במרחק.
5. השימוש ב'דחיסת וידאו' (VIDEO COMPRESSION), ההופך את רוחב הפס של 6 מגהרץ, הנחוץ לערוץ וידאו (בארה"ב) בתמסורת אנלוגית, לערוץ ספרתי צר.
6. שימוש הולך וגדל בסיבים אופטיים כתווך תמסורת אנלוגי או סיפרתי.
7. הצורך בשימוש בפס־רחב מאוד לתקשורת נתונים ויזואליים.

בטל"כ אפשר להעביר כ־100 ערוצי מוסיקה באיכות גבוהה ובסטריאו במקום ערוץ אחד צבעוני של טלויזיה; ניתן להעביר כמה מאות תוכניות מלל לצרכי לימוד או צרכים אחרים במקום ערוצי טלויזיה. שירות נוסף שמתוכנן הוא שידור עיתונים ונתונים על מסך הטלויזיה, וזאת בשיטה מיוחדת לאחסון בזיכרון מקומי. המשתמש יכול לראות את דף העיתון על המסך בכל זמן שירצה.

## מערכות טל"כ

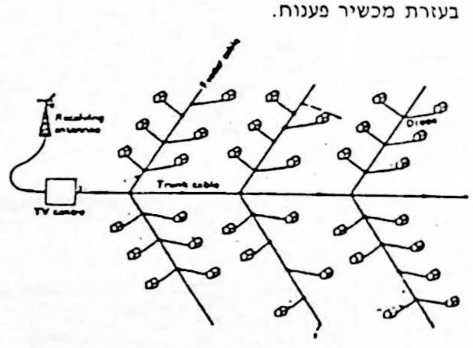
קיימות שתי צורות של רשתות טלויזיה:
1. 'עץ וענפים' (איורים מס. 1 ו־2).
2. 'כוכב' (איור מס. 3).

### 'עץ וענפים'

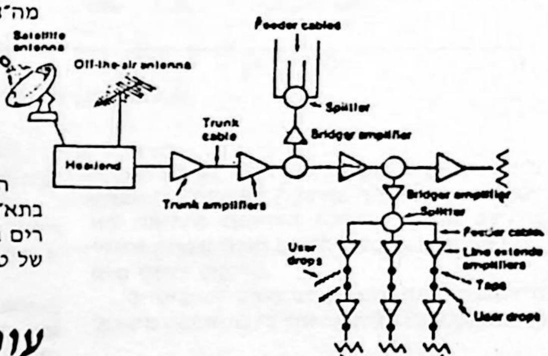
בטופולוגיית 'עץ וענפים' כל התכניות נקלטות במרכז אחד – מוקד התפעול.

באיור מס. 2 ניתנת סכמה מלבנית של הרשת הכוללת: עורקים, מפצלים, מגברים וכד'.

לכל בית־אב יש צורך בכבל בפס־רחב. בחירת התוכנית תעשה בעזרת לחצני מקלט הטלויזיה. יש אפשרות לשדר תכניות מיוחדות (מוצפנות או משובשות), שרק מי שמשלם בעבורן, יכול לקלוט אותן בעזרת מכשיר פענוח.




איור 1
טלויזיה בכבלים בטופולוגיית 'עץ וענפים'

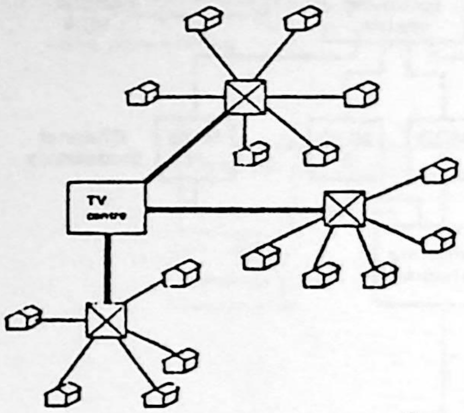



איור 2
סכימת הרשת של טלויזיה בכבלים בטופולוגית 'עץ וענפים'

### 'כוכב'

גם בשיטת ה'כוכב' כל התכניות נקלטות במרכז מוקד התפעול. התוכניות מועברות למספר מרכזי מיתוג 'חכמים' משניים להפצה לבתי־אב. בין המוקד למרכזים המשניים הכבלים הם 'עורקים' בעלי פס־רחב. בין המרכזים המשניים לבתי־האב אין צורך בכבלים כאלה. שרות זה זול יותר, מכיוון שרק התכנית המחוברת בעזרת לחצנים לפי קוד מסויים תגיע למקלט הטלויזיה.

הצורה של 'כוכב' גמישה יותר, ומאפשרת קשר אינטראקטיבי.




איור 3
טלויזיה בכבלים בטופולוגית 'כוכב'

## מוקד התפעול (HARD-END)

במוקד התפעול משתמשים כדי להזין תוכניות ממספר מקורות (איור 4) – שידור חד כיווני, קליטה מהאוויר עבור טלויזיה ורדיו, תכניות הנקלטות ישירות מלווייני תקשורת, תוכניות הנקלטות בעזרת ממסרי רדיו, הפקות מקומיות, הקלטות וידאו או אודיאו וכד'.

ציוד מוקד התפעול יפנה את כל אותות הטלויזיה לערוצים נפרדים, בתחום התדרים שבין 50+450 מה"צ ועד ל־60 ערוצים (כל ערוץ טלויזיה תופס 6 מה"צ) (איור מס. 5).

התדרים בתחום 470–890 מה"צ עבור טלויזיה בתא"ג (תדירות אולטרה גבוהה – U.H.F) אינם מועברים בטל"כ, אלא רק לאחר המרה לתחום התדרים של טל"כ.

## עורקי הטל"כ

תמסורת האותות המשודרים מן המוקד אל המשתמש או אל מוקדי הפצה משניים נעשית דרך עורקים. רוב משדרי הטל"כ משתמשים בכבל קואקסלי אחד, וכשיש צורך להגדיל את הקיבולת, ניתן להשתמש בשני כבלים, ולהכפיל את הציוד הנלווה (מגברים, מפצלים וכד').

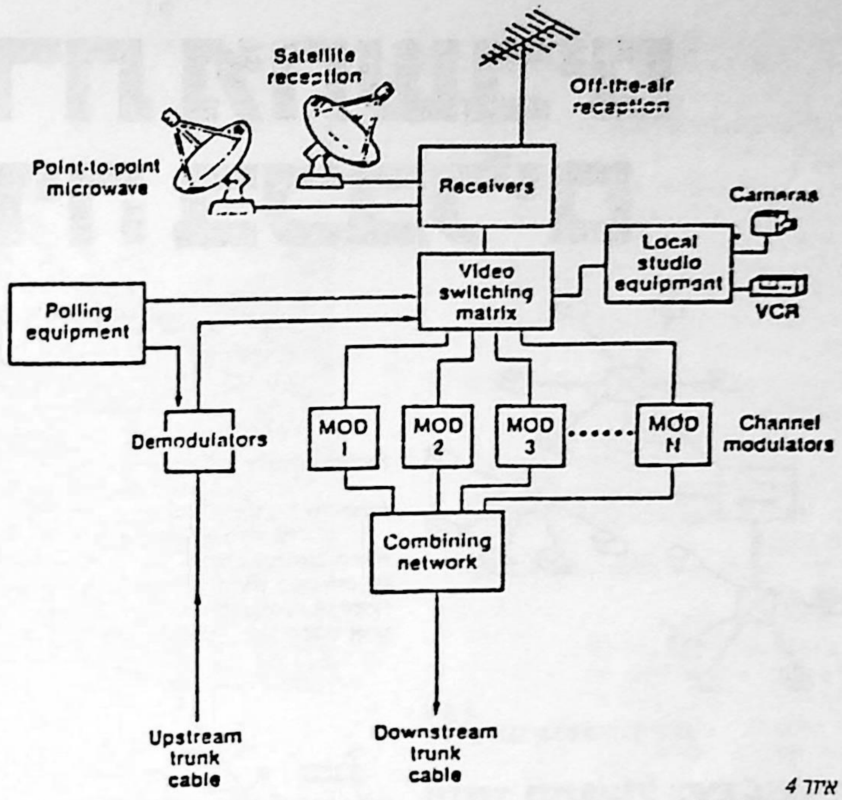
המגברים שבהם משתמשים היום הם בדרך כלל רחבי־פס (להבדיל מהמערכות הישנות שבהן לכל ערוץ היה מגבר נפרד).

כמו באמצעי תקשורת אנלוגיים אחרים, רעש ועיוותים מגבילים את המרחב שבו הטל"כ יכול לעבוד.

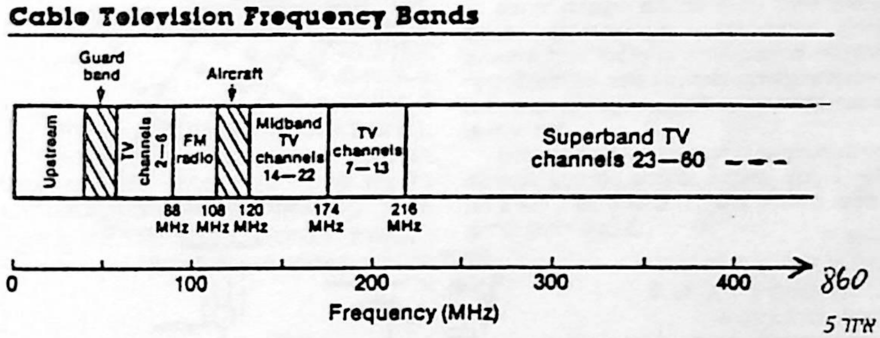
### טל"כ בתשלום או למינויים (PAY TV)

כפי שניתן לראות בציור 5, רק 12 ערוצים (2–6 ו־7–13) נמצאים בתחום הבחירה של מקלט הטלויזיה. ממירים במקלט יכולים להזיז ערוצים מהפס הבינוני (MIDBAND) והגבוה (SUPERBAND) לערוץ ללא שימוש הנמצא בשידור מקומי חד־כיווני.

יש ממירים חדישים יותר שהם ADDRESSABLE, כלומר רק מקלטי טלויזיה המצוידים בהם מסוגלים




*איור 4*
*ציוד מוקד התפעול*




*איור 5*
*טבלת הערוצים של הטלוויזיה בכבלים*

לקבל ערוצים מיוחדים. פתרון זה יקר יחסית, ולכן הוכנסו לשימוש שיטות אחרות כמו:

• החסרת הסינכרון (SYNCHRON SUPPRESSIO) – שיטה שבה אי־אפשר לקלוט ערוץ מסויים אם אין מתאם מיוחד.

• תדר הנושא (המשובש במוקד, JAMMING CARRIER) את השידור בערוץ מסויים, וכדי לקלוט אותו אצל המשתמש צריך שתהיה מלכודת׳ (TRAP) שתסנן את התדר.

• שימוש ב׳מלכודת׳ ה׳סופגת׳ ערוצים שעבורם המש־תמש אינו משלם.

• הצפנה – שיטה המאפשרת קליטה רק בעזרת ציוד מיוחד להסרת הצפנה. שיטה זו מקובלת בזמן האח־רון.

## *טל״כ בפס־בסיס ופס־רחב*
## *(BASEBAND AND BROADBAND)*

בטכניקה של פס־בסיס האותות משודרים ישי־רות על הקו באמצעות LINE DRIVER, ההופך אותם לאותות חשמליים; בטכניקה של פס־רחב תחום התדרים מחולק ומאופנן למספר ערוצים, וכל ערוץ יכול להיות מאופנן כדי להעביר נתונים, דיבור או וידאו. בשתי השיטות ניתן לקלוט נתונים באותה מהירות מציוד הקצה, כשההבדל הוא ביחידת הגי־שה לרשת NETWORK ACCESS (N.A.U UNIT).

בשיטת פס־בסיס היחידה מכילה משדר ומקלט שתפקידו להזין את הנתונים החשמליים, ולהעביר את האותות במהירות הנתונה; בשיטת פס־רחב יחידת הגישה לרשת מכילה מודם המאפנן את הנת־ונים לערוץ מסויים.

קיימים שני סוגים של מודמים: מודמים בתדרים קבועים המכוונים רק לתדר מסויים (FIXED FREQUENCY MODEMS), ומודמים בתדר משתנה (FREQUENCY AGILE MODEMS). התדר משתנה על־ידי בקר מרכזי המחבר שתי קצוות המבקשות להתקשר, וזאת באמצעות ערוץ שהבקר מוצא שהוא פנוי.

ניתן להעביר משיטת פס־בסיס לשיטת פס־רחב בתוספת ציוד.

## *טל״כ דו־כיווני ואינטראקטיבי*

טל״כ דו־כיווני מאפשר תקשורת דו כיוונית. השימוש בערוצים דו־כיווניים החל בארה״ב משנת 1972. המפתח לכך הוא השימוש במגברים דו־כיווניים. על ידי סינון מפצלים את התדרים, כאשר התחום הגבוה מיועד לשידור אל המשתמשים, והתחום הנמוך מיועד לקליטה מן המשתמש (איור מס. 6).

בטל״כ משתמשים בדרך כלל בשיטת 'SUBSPLIT' (פיצול משנה).

בטל״כ דו־כיווני, מוקד התפעול מורכב בהשוואה לטל״כ חד־כיווני. ציוד הקצה של המשתמש יכול לגשת לרשת ב־UP-STREAM בשיטות שונות כמו: 'CONT-ENTION' (התנגשות) או 'POLLING' (סקירה) על ידי מוקד התפעול המצוייד במחשב. המחשב גם מנהל את חשבונות השימוש בטל״כ.

השימוש בטכנולוגיות טל״כ עבור רת״מ (LAN) קיבל תנופה בתחילת שנות השמונים בגלל תפוצתם ההולכת וגדלה של המיקרו־מחשבים, של תחנות העבודה החכמות והשימוש המתרחב במיני־מחשבים. אלה הביאו אתם תקשורת נתונים מקו־מית ברמה משרדית, מחלקתית ומפעלית למטרות איסוף ועיבוד נתונים, הפצת מידע ושיתוף במשאבים יקרים אחרים.

בנוסף לכך, הולכת וגדלה הדרישה לרשת תקשו־רת אוניברסלית שתאפשר תקשורת בין מחשבים של יצרנים שונים מחד גיסא, ומאידך גיסא אינטגרציה של שרותים, דיבור, נתונים, ווידאו.

אפשר לבחור בין שתי גישות:

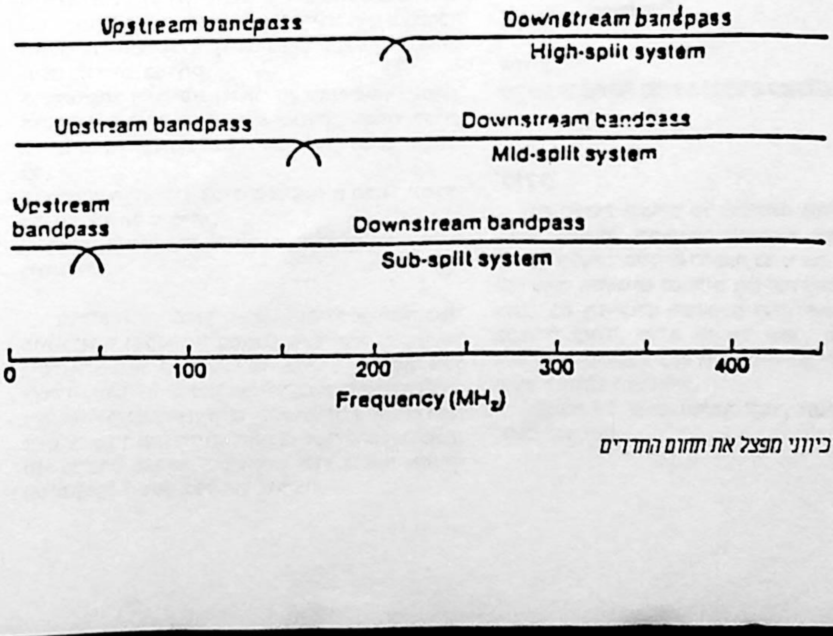
1. אקראית, CARRIER SENSE MULTIPLE ACCES(CSMA/CD /COLLISON DETECTION).

2 . דטרמיניסטית (TOKEN - PASSING), תלווה בצרכי הארגון והעומס ברשת.

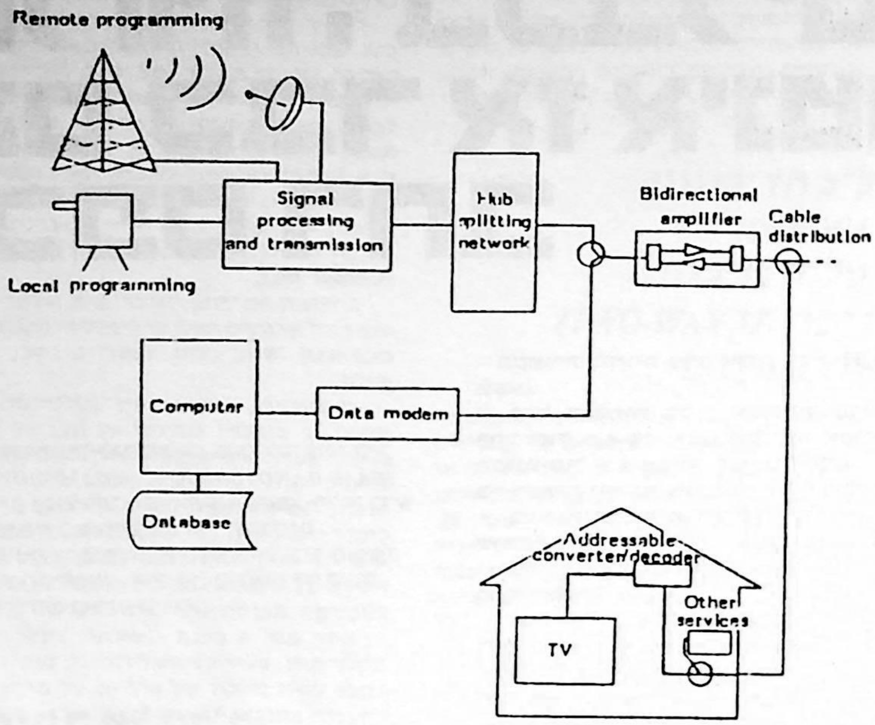
לגישה האקראית יש דרישה כשקיימים פרצי תעבורה (BURST), ואילו הגישה הדטרמינסטית נדרשת כיש צורך לתת עדיפויות שונות למשתמשים, כשיש תנאי עומס כבדים ומשתנים. העדיפות ניתנת על ידי פרק הזמן בו מותר לתחנות מסויימות להחזיק באסימון.

וידאו ואודיאו היו התוכניות הראשונות שהועב־רו ברשתות רחבות הפס, והן האפליקציות שדחפו את פיתוח והוזלת מרכיבי רשתות טל״כ מתחילתן ועד היום.

עלות התקנה, אחזקה, שינוי והרחבה של רשתות תקשורת נפרדות לטלפון, אינטרקום וטלוויזיה במע־גל סגור, להתראה, להדרכה וכדומה היא עצומה, ולזה צריך להוסיף גם את הסיבוך בהתקנה והלוגיסטיקה המורכבת לצורך הנחת הכבלים. תש־תית פס־רחב (כפי שיש לטל״כ) מאפשרת אינטגרציה




*איור 6*
*כבל דו־כיווני מפצל את תחום התדרים*




*איור 8*
*מערכת טל"כ דו־כיווני ואינטראקטיבי*

של מערכות אלו לרשת פיזית אחת, יחד עם הרשתות הלוגיות הנפרדות לתקשורת נתונים.

יש דיווחים על מאות אתרים, מוסדות מחקר, אוניברסיטאות, מוסדות ציבוריים ומוסדות ממשלתיים בעולם שבהם רשת רחבת־פס נותנת שרותי תקשורת, נתונים בין מחשבים, בין מסופים ובין מחשבים, תקשורת אודיאו ותקשורת וידאו מסוגים שונים.

חדירתם של סיבים אופטיים מאפשרת שילוב בין כבלים קואקסיאליים וסיבים אופטיים. אפשר לבנות רשתות פס־רחב מבוססות רק על סיבים אופטיים, כמו בצרפת – פרוייקט ביאריץ ופריס, בגרמניה ה־BIGIFON, ביפן וכד׳.

הודות לסיבים אופטיים, הבולטים בקלות התקנתם ואחזקתם, הגנתם מפני שדות חשמליים חיצוניים, הגנה מפני הצטלבויות וכד׳, לטל"כ עתיד מובטח לא רק עבור טלויזיה בידורית אלא גם בשרותים משולבים דו־כיווניים.

# שרותים הניתנים בעזרת טל"כ

נוסף לטלויזיה הבידורית, קיימים שרותים נוספים:

**טלטקס:** שרות המבוסס על העברת המידע בזמן ה־VBI(VERTICAL BLANKING INTEAVAL) של אותות טלויזיה.

**בטיחות:** אזעקות ופיקוח במעגל סגור. המחשב במוקד התפעול מקבל את המידע מן המשתמש דרך ערוצי ה־UP-STREAM ומעביר אותו לסוכנות לבטיחות בהתאם להנחיות שקיבל.

**מערכות בקרה:** בעזרת מערכות דו־כיווניות אפשר לפקח על מספר שירותים ביתיים כמו: גאז, חשמל, עומסים של מים וחשמל. חברות טל"כ יכולות לנהל חשבונות על שימוש בטלויזיה בתשלום, לנהל ערוצים מוצפנים ולשחררם לפי בקשה וכד׳.

**תקשורת נתונים:** ניתן להשתמש בטל"כ להעברת נתונים, או בשיטת השימוש במודמים כדי להעביר נתונים מצורה תקבילית (ANALOG) לספרתית (DIGI-TAL), או בעזרת שיטת הרשתות של תקשורת מקומית בפס־רחב (שיטה המתפתחת לאחרונה).

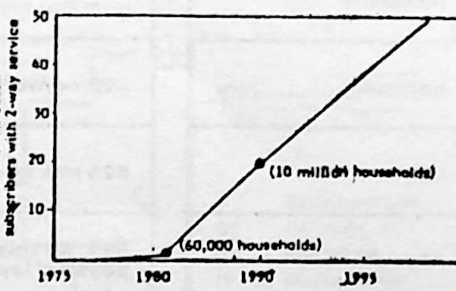
**סקרי דעת קהל:** יש דיווחים על ניסיונות לקבל ממשתמשי הטלויזיה הערכה על טיב השידור שראו. כמו כן ניתן להשתמש בטל"כ לסקרי דעת קהל על אירועים פוליטיים שרק התרחשו וכד׳.

**דואר אלקטרוני:** בנקאות ביתית, וידאוטקסט וכד׳ מהווים שירותים המגדילים את הפוטנציאל שבטל"כ.

**ועידת וידאו:** עבור שירות זה נחוץ חדר עם ציוד עבור צילומים, אודיאו, גרפיקה, וידאו סטטי או נע. מערכת ועידה מורכבת מציוד אודיאו, ציוד וידאו ובקרה, (שתיים או שלוש מצלמות), ציוד לגרפיקה, ציוד פקסימיליה, תקשורת והצפנה (בהתאם לצורך).

# סיכום

תחזיות לגבי טל"כ דו־כיווני ואינטראקטיבי מראות גידול מתמיד (איור מס. 7) ושימוש ביתי עם מפענח וממיר מבוסס כתובת (איור מס. 8), ונראה שזה יהי מכשיר בהישג־ידם של הלקוחות.




*איור 7*
*תחזית הגידול של טל"כ דו־כיווני*

כמו כן, הטל"כ תופס יותר ויותר מקום כרשת M.A.N. (METROPOLITAN AREA NETWORKS), ונמצא בתחום שבין רת"מ (רשתות תקשורת מקומיות) ורשתות ארוכות טווח.

הטל"כ יכול להיות עמוד השדרה לרשתות אזוריות או עירוניות לתמסורת ספרתית במהירויות גבוהות מאוד ובאיכות גבוהה, וזאת בניגוד לרשתות האנלוגיות המבוססות על שימוש במודמים וברשת הטלפון הציבורי, שתפקידם להמיר אותות סיפרתיים של מחשבים או מסופים לאותות אנלוגיים כדי להעביר אותם דרך הרשת והיפוכה בקצה היעד.

רוחב־הפס המצומצם של המעגלים האנלוגיים מעוותים הודות להמרה סיפרתית, אנלוגית, סיפרתית. רעשים הנקלטים בעת התמסורת מהווים מקור לשגיאות ועיוותים, וכתוצאה מכך מהירות מוגבלת בהעברת האותות.

לצורך העברת נתונים ניתן להסתפק במהירויות של 10 מ"ב/ש – 20 מ"ב/ש, אבל להעברת תמונות נעות בטיב סטנדרטי של טלויזיה יש צורך בכמות עצומה של אותות (כ־70 מ"ב/ש).

עתידו של טל"כ בפס־רחב מובטח, מפני שהשיטה מאפשרת בחירה ממגוון רחב של ערוצי טלויזיה בטיב מעולה, ביחד עם שרותים אינטראקטיביים של נתונים ודיבור (טלפון).

פיתוח בהיקף רחב של טל"כ בפס־רחב מאוד וסיבים אופטיים מאפשר הן ליזמים פרטיים והן לחברות ממשלתיות להיכנס אל תחום הטל"כ, ליצירת תשתית רחבת־פס.

פיתוח טל"כ בפס־רחב וסיבים אופטיים כבר מהווה פתרון במספר מקומות בעולם, ומאפשר להכניס גם H.D.T.V. (HIGH DEFINITION TV). הטכנולוגיה מתקדמת לקראת תמסורת סיפרתית גם לצורך H.D.T.V. שכנראה תהווה שרות ב־I.B.S.D.N., ובו טל"כ בפס־רחב ואינטראקטיבי תופס מקום חשוב. ■



# טלוויזה בכבלים - אם כבר אז אינטראקטיבית ובפס רחב

*מטרת המאמר להסביר את ההבדלים בין טל״כ (טלויזיה בכבלים) בפס־בסיס (BASE-BAND) לטל״כ בפס־רחב (BROAD-BAUD), מדוע כדאי להשתמש בשיטת פס־רחב, היתרונות שבאינטראקטיביות, איך אפשר לעבור משיטה הראשונה לשניה. כמו־כן, מובאות דוגמאות מהמתרחש בעולם ובארץ.*

## מקומה של טל״כ ברשתות תקשורת

נושא הטל״כ הינו אקטואלי מאוד בארץ בגלל השינוי בחוק (אוגוסט 1986) המאפשר כניסה לטל״כ בהיקף ארצי. במשרד התקשורת הוקם גוף מיוחד לטיפול בנושא, הניקרא ׳המועצה לשידורי טלויזיה בכבלים׳ שבראשו יושב א. פורז.

יש צורך בגוף כזה, כיוון שתשתית תקשורת יקרה ובעלת פוטנציאל טכנולוגי עצום כמו זו של טל״כ דורשת טיפול ופיתוח טכני, כלכלי, מישפטי, וחברתי, תיכנון ותיאום בין חברות שונות, משקיעים, מפיקים שונים וכו׳.

רשת טל״כ יכולה לזרז את הכנסת ה־IBSDN (INTEGRATED BROADBAND SERVICES DIGITAL NETWORKS) לארץ, יחד עם פיתוחי תשתיות תקשורת אחרים, כגון סיבים אופטיים, תקשורת לווינית, וכו׳.

ניתן לחלק את רשתות התקשורת ל־4 קבוצות עיקריות:

1) רשתות ארוכות טווח (רא״ט)
2) רשתות בינוניות טווח (רב״ט)
3) רשתות תקשורת מקומיות (רת״מ)
4) רשתות תקשורת ביתיות (רת״ב)

רשתות ארוכות טווח (רא״ט) הקיימות עד עכשיו בארץ מיועדות בעיקר להעברת שיחות טלפון ונתונים בשיטת פס־צר (NARROW BANDWIDTH).

הודות להתפתחויות הטכנולוגיות ולחצים של שוק המשתמשים, המחירים יורדים ואם נוסיף לזה גם את מדיניות משרד התקשורת לליברליזציה ניתן להבין ששילוב השירותים, ציוד ורשת גם מבחינת חומרה וגם מבחינת תוכנה יהווה כח מניע לפיתוח טכנולוגית התקשורת והמידע.

מלחמת השליטה על שוק הרשתות והשרותים בעלי ערך מוסף (VALUE ADDED SERVICES) מתקרבת גם לישראל. בארץ כבר קיימות מספר חברות המתמקדות על שירותים כאלו, כמו ׳עורק׳, וגם חברות כמו ׳בזק׳ או יבמ מעוניינות לקחת חלק נכבד (אם לא חלק הארי) בשוק. עבור משתמש של תקשורת נתונים בארץ נמצאים כבר מספר פתרונות של רא״ט:

- אנלוגית, נל״ן או חיוג (רשת טלפון ציבורית).
- סיפרתית, במיתוג מנות (רשת ׳ישראנת׳) עד ל־64 אסל״ש (KB/S)
- סיפרתית נל״ן (רשת ׳סיפרנת׳), עד ל־2 אסל״ש
- תקשורת לווינית פנים ארצי, עד ל–32 מסל״ש (MB/S).

מכל הרשתות הנ״ל, ׳ישראנת׳ מבוסס על פרוטוקול X.25 של CCITT ועל רשת ממוחשבת. הפרוטוקול X.25 מהווה תקן בין־לאומי לקישור בין רשתות וגם בין ציוד קצה של יצרנים שונים.

במה שנוגע לרת״מ, השוק העולמי נאמד בשנה שחלפה ב־500 מיליון דולר ופועלים בו כחמישים יצרנים שונים המציעים מיגוון של פתרונות וטכנולוגיות.

גם בישראל יש פעילות הולכת וגדלה - מוצרי רשתות כגון: IBM. UNGERMAN BASS. ETHERNET. DECNET. SYTEK ועוד מוצעים ומיושמים. כמו־כן, ישנו פתוח מקורי של רת״מ בסיבים אופטיים (ISRAEL LOCAL AREA NETWORK) של חב׳ ׳פיברוניקס׳. (יישום באוניברסיטה העברית).

הרת״מים מאופיינים מבחינת טכנולוגית ומבחינת האפשרויות שהם נותנים. מבחינת טכנולוגית הם יכולים להיות פס־בסיס או פס־רחב. מבחינת היכולת (CAPABILITY), הם יכולים לאפשר קשר רק בין ציודים מאותו הסוג (לדוגמה, מחשבים אישיים של יבמ) או בין ציודים שונים (מערכת ׳פתוחה׳) באמצעות מימשק סטנדרטי (לדוגמה V.24). הרשתות המקומיות בדרך־כלל שייכות לאותו אירגון ומכסות מרחקים בטווחים של ק״מ עד עשרות ק״מ.

רשתות תקשורת בינוניות־טווח, הם תחום ביניים בין רא״ט ורת״מ. זהו תחום חדש וגורמים שונים מחפשים בו שליטה: חברות תקשורת, חברות רת״מ, מפעילי רדיו תאי ומפעילי טלויזיה כבילית. בגלל חשיבות והיקף הנושא עוסקים בו גופים בין־לאומיים של תקינה. IEEE פרוייקט 802, למשל, הקים קבוצת עבודה עבור תקן 802.6 המיועד ל־CATV.

## מספר בעיות חשובות של טל״כ

רב״טים יכולים להתפתח ממערכות טל״כ בפס־רחב (כבל קואקסיאלי, או סיבים אופטיים במקומות בהם זה קיים). המוקד של הרשת (HEAD END) הינו המקום העיקרי לפיתוח הדרוש עבור ׳ניהול הרשת׳ (NETWORK MANAGEWENT) ועבור שערי קישור (GATEWAYS).

נושא שערי קישור הוא נושא מרכזי וקיימים ביחס אליו מספר דרישות חשובות:

- קשר ישיר בין רשתות טל״כ שונות.
- קשר בין מנויי טל״כ למאגרי מידע מרוחקים
- קשר בין שירות מסויים הניתן ברשת א״ט, כגון ׳ישראנת׳, למנויי רשת טל״כ.
- סטנדרטים לתקשורת נתונים על טל״כ.
- מיעון (ADDRESSING), מרא״ט למנויי טל״כ.
- חיוב (BILLING) וכו׳.

מכל הקשיים העומדים בפני קישור בין רשתות, הקשה ביותר נראה השגת רמת שרות נאותה מקצה לקצה במה שנוגע לזמן הדרוש ליצירת הקשר וגם להעברת הנתונים (באנגליה

| OSI reference model | public data network | |
|---|---|---|
| application | | |
| presentation | | |
| session | | |
| transport | X29 asynchronous terminal protocol | packetisation asynchronous terminal handling |
| network | X25 network layer | addressing routing virtual circuit support flow control |
| link | X25 link layer | framing error detect error recove |
| physical | X21. X21bis physical layer | wide area ne ork interface (m em) |

X25 and OSI.

*ציור 1: X25 ומודל OSI*

השקיעו 2 מליון פאונד ללמוד הנושא, דבר המצביע על חשיבותו).

נושא חשוב אחר הוא יצירת שערי קישור בין טל"כ ורא"ט. התקנת שערי קישור מהווה קשר בין תוכנות של הרשתות. הפרוטוקול X.25 בא לעזרה.

באנגליה, לדוגמה, קיים פרוייקט INTERNET של אגף במשרד המסחר והתעשיה. (ציור מס' 2) ובו מעורבים כמה גורמים: 'טלקום', 'אינפורמישן טכנולוגי' ואחרים. כמו־כן, בריטיש טלקום בעצמו הינו משתמש של רת"מ בפס־רחב. בעתיד, פיתוח הרשתות והקשר ביניהן קשור לפיתוח סטנדרטים חדשים כגון: X.400 ו־טלטקס.

## טלוויזיה בכבלים (CABLE TV), טלוויזיה קהילתית (CATV) וטלוויזיה עם מסטר אנטנה

ניתן לקלוט שידורי טלביזיה בבית המנוי בעזרת אנטנות צלחת הנמצאות על הגג. בזמן האחרון, הולך ומתרחב השימוש באנטנות מרכזיות (MATV).

אנטנה מרכזית מאפשר חיבור של מספר רב של בתים. יתרונן העיקרי הוא שהאנטנות יותר חזקות, עם מגברים, ומאפשרות קליטה יותר טוב ויותר זולה למשתמש.

CATV: במקרה שנחוץ לספק שידורי רדיו וטלויזיה לבנין גדול, יישוב או אפילו אזור, מומלץ CATV (COMMUNITY ANTENNA TV) ל־CATV, קיימת רק נקודת קליטה אחת, ממוקמת במקום הטוב ביותר (בנין גבוה, גבעה). האותות הנקלטות מועברים למוקד הפעלה; שם הם מומרים לתחומי תדרים שונים ומשודרים ברשת כבילי ההפצה. מגברים ושקעיים מאפשרים חיבורים למרחקים גדולים של מספר רב של משתמשים. (בגרמניה המערבית למשל, משרד התקשורת אחראי על מערכת ה־CATV עד לארון תקשורת בסף הבית).

טל"כ (CABLE TV): יש מעט הבדלים בין טל"כ וטלוויזיה קהילתית. ההבדל העיקרי הוא ביישומים (ציור מס' 3). למוקד ההפעלה אפשר לחבר אולפנים וניתן לשדר תוכניות הנקלטות ישירות מהאויר. אפשר גם לספק שירותי מידע המיוצרים ע"י גורמים פרטים או ציבוריים המעוניינים קבוצה סגורה של משתמשים כגון: וידאוטקס, טלטקסט (CABLETEXT), איחזור מידע רחב־פס, ועוד.

אפשר להקציב 'ערוץ פתוח' למשתמשים פרטיים או קבוצתיים במטרה לשדר תוכניות שלהם או משחקים, טלוויזיה בתשלום (PAY-TV), וכו'. במקרה של שימוש בסיבים אופטיים, מגוון האפשרויות מתואר בציור מס' 4.

## טל"כ חד־כיווני (ONE-WAY) טל"כ דו־כיווני הידברותי (TWO-WAY INTERACTIVE)

כדי לאפשר הגדלת מספר התוכניות והשרותים (ניתן להגיע ליותר מ־30 ערוצי טלויזיה בו־זמנית בשימוש של כבלים קואקסיאליים או סיבים אופטיים, אפשר לשדר באופן חד־כיווני או דו־כיווני או באופן הידברותי (ציור מס' 5). בארה"ב נפוצה יותר ויותר השיטה הדו־כיוונית הידברותית. בין מיגוון השרותים יש לציין בנקאות ביתית, קניות מהבית, טלויזיה בהזמנת תוכניות (PAY TV) ועוד.

## טל"כ בפס־בסיס, (BASE-BAND), מול טל"כ בפס־רחב (BROAD-BAND)

בפס־בסיס, האות המועבר על הכבל הוא הנתון עצמו. בפס־רחב משתמשים במספר תדרי נושאים והנתונים מפוזרים בתחום פס התדרים של מערכת הכבל. האיפנון נעשה על ידי שנויים בתדר הנושא לפי שיטות שונות: איפנון תדר, אמפליטודה או פזה. תדר מאופנן על ידי דיבור, או נתונים ממוחשבים או וידיאו ואחרים. האיפנון נעשה במודם והופך חזרה לאותות במודם ממול.

מערכת פס־רחב היא מורכבת ויקרה יותר מפס־בסיס ומחייבת תכנון הנדסי לפני ההרכבה. יתרונותיה העיקריים הם בכך שהיא מאפשרת הפעלת מספר ניכר של מערכות תקשורת עצמאיות באותה המערכת במקביל ומאפשרת גמישות מירבית לצורך שנויים. כך מסוגלת המערכת לטפל בכל מגוון אמצעי התקשורת בעלות מינימלית, החל מאותות אנאלוגיים כגון קול וכלה באותות ספרתיים מהירים.

לבחירה נכונה של רשתות תקשורת יש השלכות טכניות וכלכליות מרחיקות לכת על מה שיקרה בארגון בעתיד. קל יותר, זול יותר ומהיר יותר להחליף מסוף, מדפסת ואף מחשב, מאשר לבנות תשתית תקשורת חדשה. מבחינת המשתמש, ההבדל העיקרי בין פס־בסיס לפס־רחב הוא שבפס־רחב ניתן להעביר בעת ובעונה אחת מספר ערוצים שונים, בו בזמן שבפס־בסיס אפשר להעביר רק ערוץ אחד. יתר ההבדלים תלויים באופיו של הכבל התמסורתי, אורכו, מודמים או LINE DRIVERS.

ברשתות פס־רחב הידברותית אפשר להבטיח מגוון של שרותים בעלי ערך־מוסף (VALUE ADDED SERVICES), שהם בלתי אפשריים בטכניקות פס־בסיס.

בפס־בסיס, לוידאוטקס וטלטקסט (כבלטקסט) יש מגבלות בתצוגת על הצג של טקסטים באורך קבוע וגרפים מסויימים. אין שם אפשרות להעביר קול, מוזיקה, תמונות סטטיות באיכות טובה, תמונות נעות (סרט קולנוע) או תוכניות לימוד מסובכות. כדי לאפשר את כל מגוון השרותים יש צורך ברוחב־פס גדול, דבר שצורך כל הערוץ של טלויזיה רגילה ושכלולים נוספים, או בטכניקה מבוססת על פס־רחב.

ציור מס' 6 נתנת השוואת אפשרויות בשני הטכניקות. בעזרת אחזור המידע בפס־רחב, ניתן לקבל קשת גדולה של פרטים על מידע מסויים, להעביר פקודות (הוראות) למרכזי מידע המכילים לא רק נתונים, אלא גם מידע שמע־חזותי (AUDIO-VISUAL).

(בציור מס' 7, מוצגת דוגמה של קבלת החלטה לאיזה קולנוע ללכת והזמנת כרטיס. לאחר קבלת תוכנית סרטי קולנוע על צג הטלויזיה. למנוי יש אפשרות במשך כ־30 שניות לראות חלקים מהתוכנית; לאחר החלטה, הוא בוחר את המקומות הפנויים באולם ומזמין כרטיסים לפי המחיר הרצוי).

## דוגמאות של פרוייקטים של טל"כ בפס־רחב (בעולם ובארץ)

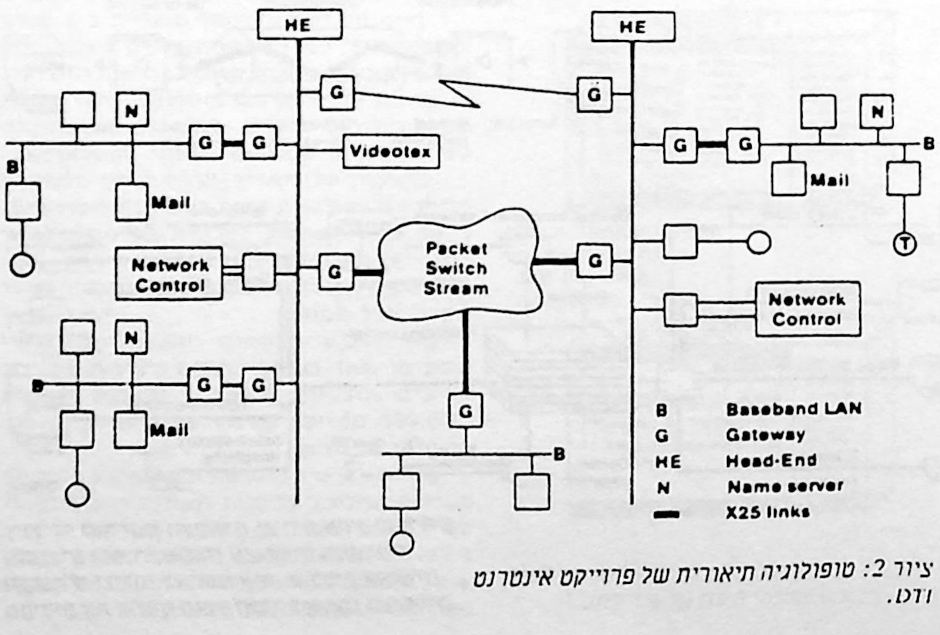
בקנדה, בשנת 1980 באזור מניטובה בוצע פרוייקט IDA (לזכר הטלפנית־אשה הראשונה IDA CATES, שהיתה נותנת בהתנדבות כל מינישרותי מידע וקריאת עזרה, נוסף לקשר הטלפון הרגיל.)

מטרת הפרוייקט היתה להוכיח את האפשרות לתת מגוון שרותי תקשורת לבתי־אב, באמצעות רשת אחידה משולבת, הטל"כ, הכוללים דיבור, נתונים, וידאו ווידיאוטקס:

- טלפון ספרתי
- דיווח אוטומטי של אזעקה
- טלויזיה חינוכית
- טלויזיה בתשלום (PAY TV)
- טלויזיה בכבל

הרשת היא בפס־רחב, דו־כיוונית ומשולבת, על כבל קואקס. כצעדראשון השתמשו בטל"כ הקיימת שהיתה חד־כיוונית. במקום המגברים החד־כיוונים, הכניסו מגברים דו־כיוונים בעלי פס־רחב בהרבה, כדי להבטיח שהמערכת תוכל לעבוד בשני הכיוונים ותתאפשר הפעלת 35 ערוצי וידאו.

המרכיבים של הרשת הם CCC – CENTRAL COMPUTING COMPLEX, מבוסס על מיני־מחשב עם זכרון 256 א"ב יבמ 1 SERIES ומשתמש ב־VERSION 4. REALTIME PROGRAMMIUG SYSTEM. ה־CCC מבצע פעילויות אדמינסטרטיביות ואחזקה ומכיל גם תוכנה עבור שרותים שונים. הוא מקבל את התשדורות וגם מידע על יתר המרכיבים – מצבם,




ציור 2: טופולוגיה תיאורית של פרוייקט אינטרנט ודט.

מיקומם והזמן שבו קרתה תקלה.

ה־CCC גם מנהל מידע וסטטיסטיקות של תנועה. מחשב SERIES 1 נוסף משמש כגיבוי ל־CCC וגם עובד כמיתוג מסרים שמאפשרים גישה עד ל־3 מחשבים מרוחקים האוגרים מידע עבור שרותי וידיאוטקס.

יחידה אחרת: DISTRIBUTED CONTROL TERMIN-AL - DCT. ה־DCT מאפשר אחידות הדיבור, נתונים, ווידאו והכנסתם לרשת. ה־DCT הוא מחשב זעיר חכם, הנמצא גם הוא במרכז (מסוגל לבקר 8 IDT נוספים או 2048 משתמשים).

יחידת INTERMEDIATE DISTRIBUTION TERMIN-AL - IDT שגם הוא מחשב זעיר שמבקר המרבבים המרוחקים או 256 משתמשים.

יחידת REMOTE VIDEO AND DATA – RVDM MULTIPLEXER נותן שרות ל־12 משתמשים ומבקר את הגישה של המשתמשים לרשת ומאפשר קבלת הערוץ המבוקש עבור שמע, נתונים או וידאו, בהתאם לבקשה.

ה־RVDM, שגם הוא מיקרו מעבד, הוא מאגד המאפשר יצירת תווי וידאוטקס וגרפיקה והצגתם על הצג של מכשיר הטלויזיה.

יחידת SUBSCRIBER TERMINAL UNIT - STU הוא SINGLE CHIP PROCESSOR (מעבד שבב יחיד) ומהווה מימשק בין הרשת לכל השרותים הביתיים.

פרוייקט אחר, גם הוא במניטובה מבוסס על פס־רחב אבל בסיבים אופטיים. זהו פרוייקט כפרי (לעומת IDA שהוא עירוני).אורך הכבל האופטי הוא כ־75 ק״מ ומזה כ־60 ק״מ תת־קרקעי וכ־15 ק״מ עילי. השרותים כוללים: טלפון, FM 7, ערוצי רדיו גישה לאחד מ־9 ערוצי TV חד־כיוונים וערוץ אחד FULL DUPLEX ב־56 אסל״ש לכל אחד מ־150 המשתמשים.

בין השרותים האפשריים:
- מדידה מרחוק (חשמל, גז, מים, חום..)
- אזעקות, בטיחות (אש, משטרה, רפואה..)
- עומס יתר (חשמל)
- טלויזיה בתשלום
- טלויזיה חינוכית
- טלויזיה מקומית, קניות מהבית, וכו׳.
- נתונים עסקיים ואישיים, בנקאות, תחבורה, בריאות, תרבות וכו׳.

פרוייקט זה מהווה נסיון ראשון של רשת כפרית המבוססת על סיבים אופטיים, אשר קדם ל־WIRE CITY שקבל בטוי רק מאוחר יותר בביאריץ, צרפת, ושאליו נתייחס בהמשך.

בגרמניה – פרוייקט BIGFON. התחלה נסיונית ב־1982 ומ־1983 בפועל, מבוסס על סיבים אופטיים עבור תקשורת מקומית משולבת:
(BROADBAND INTEGRATED OPTICAL FIBER LOCAL TELECOMMUUICATION NETWORK)

המערכת מאפשרת:
- מספר כל שהוא ערוצי ISDN עבור טלפון ואפשרויות להעברת טקסט ונתונים מכל הסוגים.
- 2 עד 4 ערוצי טלויזיה שאפשר לבחור בהם מתוך 15 תוכניות שמרכזת BIGFON נותנת ומשודרים בצורה אנלוגית או ספרתית
- או 2X6 ערוצי טלויזיה בשידור בר־זמנית ו־4 ערוצי שמע סטראופוניים שניתן לבחור מבין 24 תוכניות רדיו שהמרכזת BIGFON מאפשרת ומשודרים בצורה אנלוגית או ספרתית
- או 24 ערוצי שמע סטראופוניים שאפשר לשדר אותם בו זמנית בצורה אנלוגית או סיפרתית ו־VIDEOFONE1 דו־כיווני בסטנדרט PAL, המשודרים בצורה אנלוגית או ספרתית.

האורך המקסימלי הוא 8 ק״מ כשהממוצע של אורך הקשר הוא 4 ק״מ.

ה־BIGFON הוא מודולרי, כלומר מאפשר התאמה הדרגתית של שרותים, החל מטלפון רגיל ועד לכל שרותי התקשורת שידועים היום.

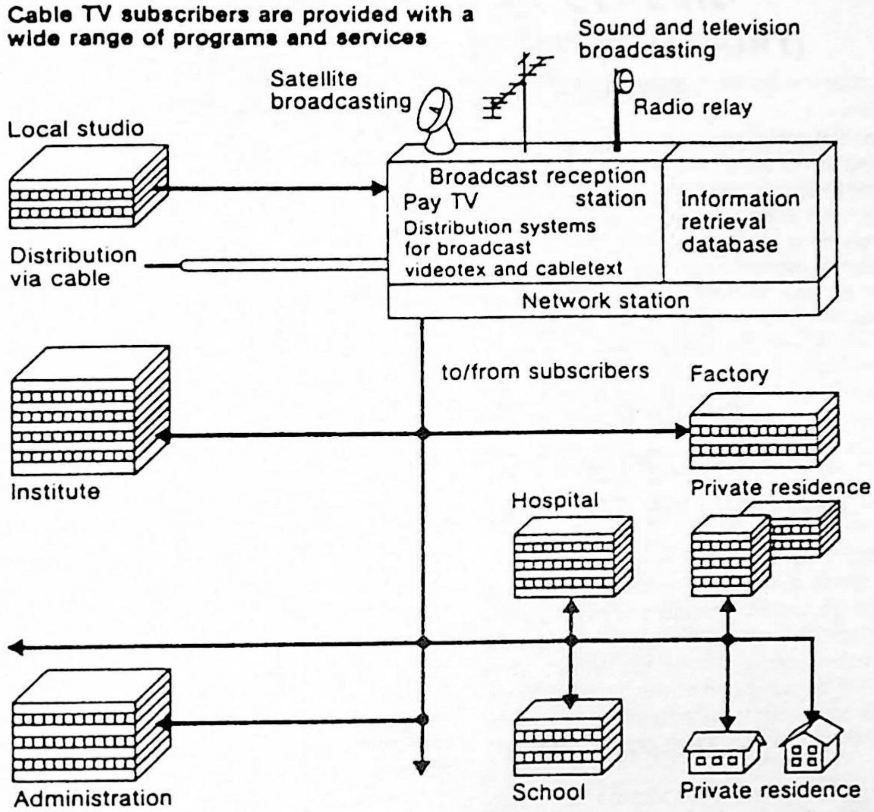
המערכת מבוססת על השאיפה לשילוב בין שרותים בפס־רחב ובפס־צר כאחד, רק לתמסורת על קו יחיד, אבל לא מבחינת מיתוג השילוב.

מספר חברות משתתפות בפרוייקט הזה: KRONE .FUBA .TEKADE/FUG .SIEMENS AEG SEL.TTT AEG-TELEFUNKEN.. כמה מהמערכות הן סיפרתיות לגמרי בזמן שאחרות משתמשות בתמסורת אנלוגית לשידורי טלויזיה בפס־רחב ווידאו טלפון.

התמסורת הסיפרתית משתמשת או בריבוב סיפרתי (MULTIPLEXING) או בשיטת (WAVE LENGTH DIVISION MULTIPLEXING) - WDM – ריבוב בחלוקת אורך־גל. במקרה הראשון ערוצי פס־רחב מועברים ב־70 אסל״ש או 140 אסל״ש. במקרה השני משתמשים ב־140 אסל״ש עבור ערוץ, לכל אורך־גל.

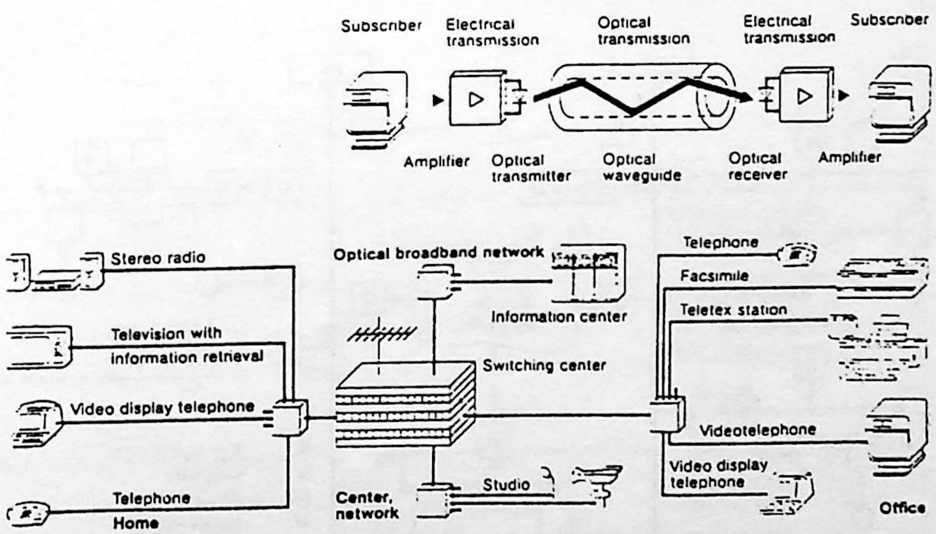
אחת המטרות של הפרוייקט היתה להוכיח את האפשרות הטכנית לביצוע של רשת כללית בפס־רחב מבוססת על סיבים אופטיים. נראה שהיום התקשורת האופטית משתלמת מבחינה כספית כשמשדרים בעורקים בין מרכזיים או בין־עירוניים. כדי שגם השימוש הביתי יהיה כלכלי המחירים צריכים עוד לרדת באופן משמעותי.

בצרפת – העיר ביאריץ היא עיר מחווטת. עיר זו נחשבה עד לא מזמן כניסוי העירוני הגדול ביותר לארכיטקטורה של רשת בפס־רחב, מבו־




ציור 3: מיגוון רחב של תוכניות ושירותים מסופק למנויי טל״כ.

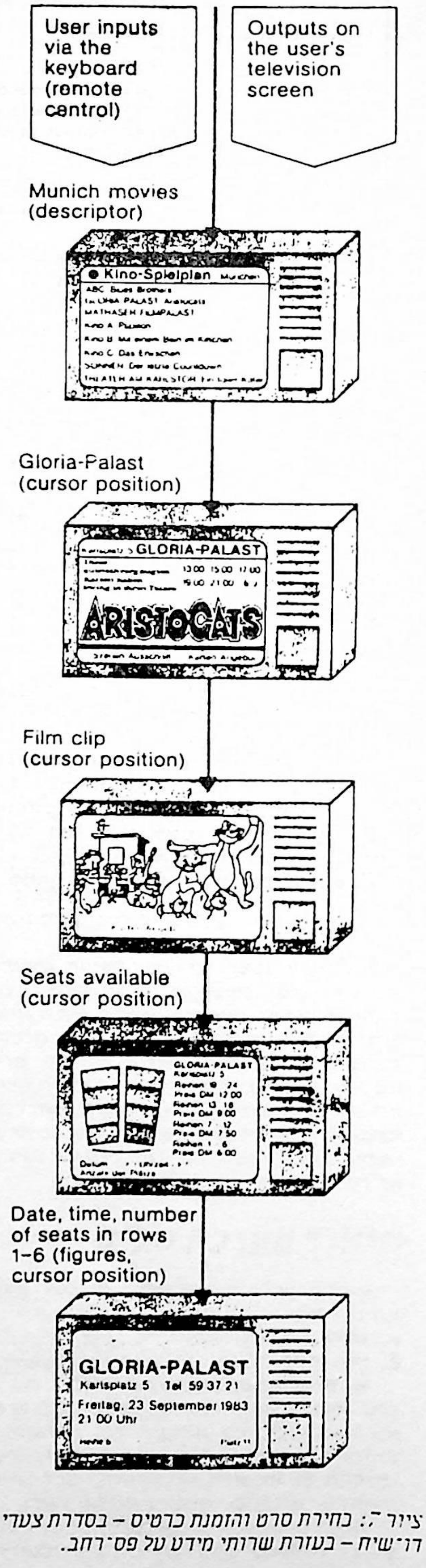
Principle of telecommunications with light: optical transmitters convert electrical signals from conventional communications systems to light pulses, which are transmitted over optical waveguides; optical receivers convert the light pulses back to electrical signals



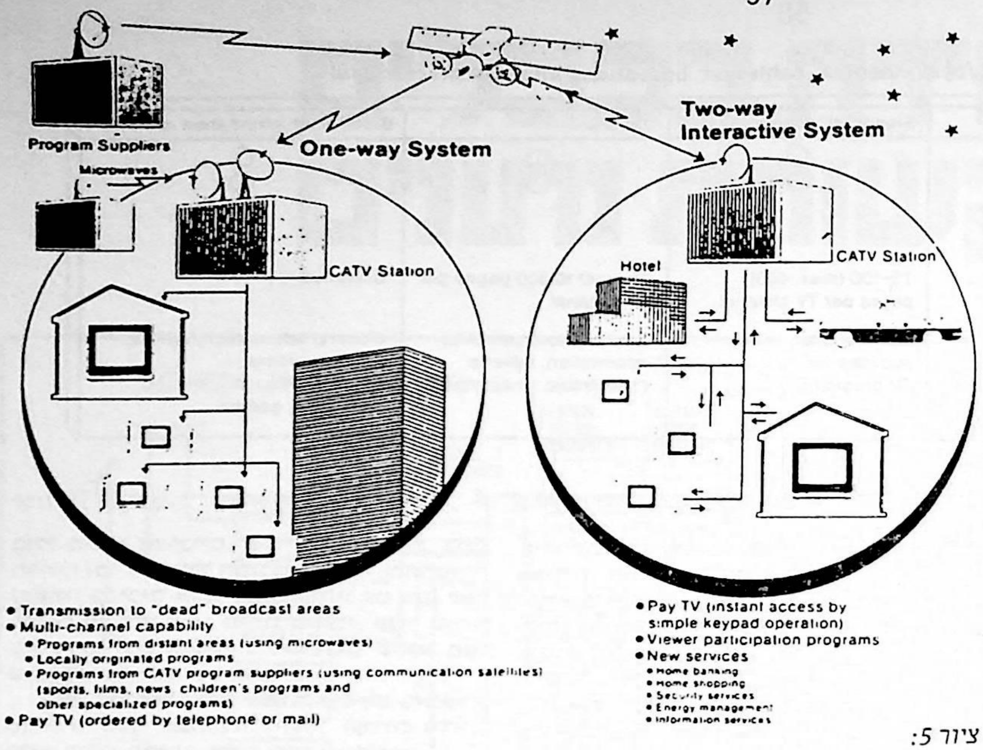

ציור 4: עקרונות תקשורת בעזרת אור: משדרים אופטיים הופכים אותות חשמליים ממערכות תקשורת רגילות לאותות אור. קולטים אופטיים ממירים את אותות האור חזרה לאותות חשמליים.

ססת על סיבים אופטיים.

המטרה של הפרוייקט, שהתחיל ב־1984, היתה בראש ובראשונה לקדם אתהייצור המסחרי של רכיבים אופטו־אלקטרוניים (רכיבים של ציוד קצה, סיבים אופטיים, כבלים עם סיבים אופטיים, מחברים וכו׳) וללמוד איזה תגובות יש למשתמשים בשרותים עתידיים המבוססים על תמונות נעות, כגון הוידאופון.




ציור 6: בחירת סרט והזמנת כרטיס – בסדרת צעדי דו־שיח – בעזרת שרותי מידע על פס־רחב.




ציור 5:

הנסיון הראשון מתבסס על 1500 מנויים, שחלקם מרוכזים והלקם נמצאים באזור דליל־אוכלוסייה. בשלב הסופי של הפרוייקט יהיו 5000 מנויים.

המערכת מאפשרת שתי קבוצות של שרותים:

א) ממותגים

ב) מבוזרים

בשרות ממותג, שני מנויים יכולים להתקשר בצורת נל־ן (נקודה־לנקודה) בהתאם לבקשתם, כשכל קו מכיל ערוץ וידאו ושמע בכל כיוון. הוידאו־טלפון כלול בשרות הממותג.

בשיטה המבוזרת, לכל מנוי יש גישה לערוץ אחד או שנים מתוך 15 האפשריים (הרחבה עד ל־30) ולאחד מ־12 ערוצי רדיו סטראופוניים.

התוכניות המשודרות יהיו צרפתיות וגם אחרות, תוצרת אולפנים מקומיים.

בציוד קצה של וידיאו־טלפון אפשר להשתמש גם למטרות תקשוב אחרות.

מבחינת תמסורת, עבור שרותים ממותגים, יש צורך ב־4 קווים אופטיים: 2 קווים אצל המנוי ושני עורקים. עבור השיטה המבוזרת נדרשים 3 קווים עבור הקשר שבין מקור השידור למנוי.

התמונה בוידאו־טלפון מועברת ב־8 מה״ץ באיפנון תדר, כמו הטלויזיה. אפיק השמע מאופנן גם הוא בתדר ומגיע בריבוב עם אות הוידיאו.

אותות הרדיו גם הם מאופננים בתדר בעזרת שני תת־תדרים נושאים (SUB-CARRIERS) בהתאם לערוץ ימין או שמאל של האות הסטראופוני.

מהנסיון של ביאריץ, צרפת למדה שלצרכים מסחריים יש לשנות גישה במקומות מסויימים. למשל לא להשתמש בשלמות בשיטה של דו־כיווניות בשרותים ממותגים בפס־רחב (כמו בוידאופון) וגם לא להשתמש בדיודות ליזר בציוד הקצה אצל המנוי.

מאז הופקו הלקחים הראשון מן הניסוי התקדמו מאד בצרפת בתחום מערכות פס־רחב בסיבים אופטיים, ברשתות ארוכות ורחבות (100,000 מנויים, בשטח של כ־10 ק״מ) וגם ברשתות מקומיות עד ל־1 ק״מ.

בפריס – משרד התקשורת של צרפת ביחד עם העיריה החליטו על בנית תשתית רחבת־פס עד לבית המנוי, עבור כל העיר. הפרוייקט התחיל ב־1985 ועומד להסתיים ב־1992. בצרפת מצפים שתוך זמן קצר פרוייקט זה יהיה הגדול בעולם מבחינת מספר בתי־אב מנויים.

הפרוייקט כולל רשת מבוססת על סיבים אופטיים וכבלים קואקסיאליים. למנוי יהיה אפשרות לגשת ל־30 תוכניות, טלויזיה, רדיו סטראופוני או FM.

בפריס משתמשים באותו סוג של סיבים אופטיים כמו בביאריץ. המדיניות של צרפת היא לבנות רשתות תקשורת מקומיות בפס־רחב בכל רחבי הארץ, על בסיס סיבים אופטיים וטכניקות עתידיות נוספות, כדי לתמוך בשרותים אינטראקטיביים, נוסף לטלויזיה הרגילה, לצורכי בידור ולמידה וגישה למאגרי מידע. רשתות אלו מהוות גם תשתית מצויינת עבור טלויזיה בכבלים. הן יכולות להשתלב ברשתות ארוכות טווח (טלפון, מיתוג מנות וכו׳) ובזה מצדיקים את הצפיה שרשתות אלה יהיו הגרעין לרשת משולבת בפס־רחב.

מבחינת טלויזיה בכבלים. ב־1985 בפריס ובמונטפליאר התחברו מנויים לרשתות כאלה.

באנגליה – לונדון, ב־1984 הופעלה רשת בינונית־טווח במרכז העיר עבור הכנס הבינ״ל הכלכלי. הקוטר היה 4 ק״מ והשתמשו בציוד SYTEK LOCALNET 20

הרשת ספקה 16 ערוצי וידאו, ערוצים להעברת נתונים, ועידת וידיאו (VIDEO-CONFERENCE) וערוץ טלויזיה באיכות גבוהה.

ביפן: NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE PUBLIC CORPORATION - NTT פיתח INFORMATION NETWORK SYSTEM - INS.

הדגם הראשון עבר את הנסיון ב־MITAKA, פרבר של טוקיו, ב־1984. והתכנון כולל את כל יפן.

המטרה של הרשת היא לספק מידע קולי, חזותי, מילולי או נתונים, בצורה מהירה ונוחה, בהתבסס על טכנולוגיות מתקדמות ביותר.

הפרוייקט הזה דרש תחזית לטווח ארוך, גם מבחינת טכנולוגית וחברתית. שלושה גורמים נלקחו בחשבון:

– רשת ספרתית להעברת דיבור ושרותים לא קוליים;

– צמתים לעיבודי הרשת, כגון ממירי פרוטוקולים, צורת האותות, מאגרי מידע וגישה לבסיסי נתונים

– שיטת תשלום מבוססת על קצב העברת מידע בביטים.

המקום שנבחר עבור הנסוי נמצא מתאים

**Comparison of interactive videotex, broadcast videotex, cabletext, broadband information retrieval**

| Criterion | | Interactive videotex | Broadcast videotex | Cabletext | Broadband information retrieval |
|---|---|---|---|---|---|
| Information type | Text | O | O | O | O |
| | Graphics | O | O | O | O |
| | Sound | | | | O |
| | Image | | | | O |
| | Film | | | | O |
| Information volume | | Unlimited | 75–100 (max. 400) pages per TV channel | Approx. 10,000 pages per TV channel | Unlimited |
| Information content | | General information, advice, notices, orders, working aids, educational material, games | News in brief, subtitles for TV programs | News announcements, information, adverts ("electronic newspaper") | General information, advice, notices, orders, working aids, education, games |

*ציור 6: השוואה בין וידיאוטקס אינטראקטיבי, וידיאוטקס משודר, כבלטקסט, שליפת מידע בפס־רחב.*

בגלל מיגוון הצרכנים: פרטיים, ציבוריים, בתי־חרושת וכו׳ וגם בגלל הקירבה לטוקיו. התמסורת נעשתה בסיבים אופטיים והמיתוג עם D70, שזה פיתוח של NTT עבור מיתוג מקומי. עבור מיתוג בין־עירוני משתמשים ב־GATEWAY שהוא מתג סיפרתי, גם הוא של NTT.

רשת פס־רחב על־פי המודל של INS מאפשרת שרותים כגון: תמסורת וידאו, ועידות וידאו, פקסימליה מהירה מאוד וציבעונית וכו׳.

מודל INS, לפי דעתם של היפנים, כולל את כל השרותים האפשריים עכשיו ומשרתים את חברת עידן המידע.

גם בישראל נעשו צעדים ראשונים. חב׳ ׳אלישרא׳ מערכות בע״מ, הודיעה על הקמת תשתית תקשורת בפס־רחב במפעל שלה בבני־ברק, העובדת כבר מתחילת 1985.

בשל ריבוי המשתמשים במחשבים באלישרא, הוחלט להקים רשת מחשבים מקומית אשר תאפשר לכל משתמש להתחבר לכל מחשב. הבחירה נפלה על רשת פס רחב של חברת SYTEK. המחשבים המחוברים לרשת זו באלישרא הם: H.P. 9000, H.P. 3000. מספר המסופים שמחוברים למערכת ה־H.P 3000 הוא כ־150. מספר המסופים שמחוברים למערכת ה־H.P. 9000 הוא כ־16. למערכת ה־H.P.9000 יש כ־4 תחנות עבודה גרפיות שבהן עובדים מהנדסים בשילוב עובדי הייצור.

התשתית של הרשת היא כבל קואקסיאלי וטכנולוגית התמסורת והחיבורים הם של טלויזיה בכבלים (CATV). בשיטה זו ניתן להפעיל עשרות רשתות אטרנט הפועלות כולן על כבל משותף ומחוברות ביניהן ברשת אחת אינטגרלית. כתוצאה מכך קיים ניצול טוב יותר של רוחב הסרט וכן אפשר לשלב ברשת ערוצי מידע ומחשבים, טלויזיה, דיבור, מערכת אזעקה וכו׳.

רשת העברת הנתונים של חברת אלישרא בנויה משתי רשתות מקומיות על תשתית כבל CATV קואקסיאלי. הרשת בנויה בצורת עץ כאשר בראש הרשת מחובר HEADEND FREQUENCY TRANSLATOR 50/50 עם רוחב פס של 6 מה״רץ לשידור ו־6 מה״רץ לקליטה. מבואות המחשבים מחוברים ליחידת 20/220 (PACKET COMMUNICATION UNIT) בעלת 32 ממשקים ל־RS232 המאפשרים העברת נתונים בפרוטוקול א־סינכרוני במהירות 9.2 א״ב לשניה ומחבר BNC המתחבר לכבל הקואקסיאלי. המסופים מפוזרים בשטח ומחוברים ליחידות PCU 20/100 בעלות שני ממשקים RS 232 שמתחברים עם שני מסופים א־סינכרוניים ומחבר BNC לחיבור כבל קואקסיאלי.

הרשתות מאפשרות גישה מכל מסוף לכל מחשב או קשר בין מחשבים בעלי תוכנה מתאימה כאשר אין הגבלה מעשית על כמות המסופים שמחוברים לרשת. חיבור בין הרשתות מבוצע על־ידי כבל קואקסיאלי שמחובר על ידי מחבר BNC

המערכת נתגלתה כאמינה ביותר עם מספר תקלות טכניות מזערי. לאור הנסיון המוצלח עם המערכת הוחלט באלישרא להרחיב את המערכת לכל בנין חדש שיבנה בעתיד. (כולל בניית מחלקות חדשות).

תשתית פס רחב המותקנת בצורה היקפית בכל מחלקה ומחלקה עם ציוד הגברה חוצץ, הוכחה כאמינה. התשתית מאפשרת גמישות לשנויים והרחבות ומאפשרת שליטה מוחלטת במערכת. המערכת פועלת כשנה וחצי ללא תקלות.

# סיכום

בפיתוח השרותים המשולבים ברשתות ספרתיות רחבות־פס IBSDN המהווים כבר דור שני אחרי ISDN (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS), טלויזיה בכבלים תופסת מקום חשוב.

הטכנולוגיה קיימת ובשלה. בארץ, החקיקה כבר הצליחה להכניס את הטלויזיה בכבלים בהיקף ארצי, וזו התקדמות ניכרת.

בגלל סיבות חברתיות ופוליטיות החוק עוד לא מאפשר שימוש בכל הפוטנציאל הטמון במדיה של הטלויזיה בכבלים.נקווה שבזמן לא רחוק, גם החוק ילך לפי הקצב של הטכנולוגיה, שבסופו, של דבר, כפי שאמר הסופר SOLA POOL ב־'TECNOLOGIES OF FREEDOM': ״החוק הוא זה שנותן את החרות ולא הטכנולוגיה ■

# טלויזיה בכבלים ותקשורת נתונים

בתחילת אוגוסט 1986 אישרה הכנסת הקמת טלויזיה בכבלים (טל״כ) בארץ. מה זה טל״כ? איך היא מתפתחת? לאן פונים שימושיה? מה המצב בארץ? המאמר שלהלן נותן כמה תשובות לשאלות אלו.

רוב המדינות המתועשות נמצאות היום בתחילת מהפיכה (יש הקוראים לה 'מהפיכת המידע' ויש הקוראים לה גם 'מהפיכת התקשורת'), אשר לדעת רבים תוביל אותנו לחברה המאופיינת בשימוש נרחב בתקשורת, מחשבים ומקורות מידע.

המינוח המקובל בספרות המקצועית לחברה כזאת הוא INFORMATION SOCIETY הבסיס לחברה כזו הוא רשת תקשורת מתקדמת שתאפשר העברת מידע דו־כיווני כגון דיבור, מוסיקה, מידע כתוב, שרטוטים, תמונות וטלויזיה בין מוקד לצרכן ובין מנוי אחד למשנהו, כדוגמת תקשורת הטלפון הקיימת כיום. לפתרון בעיות אלה עומדת מערכת כלל־ארצית רחבת־סרט ודו־כיוונית, וגם בארץ מתוכננת לקום מערכת כזו, אולם מסיבות כלכליות התקדמות משמעותית תהיה רק בעוד מספר שנים.

מבחינה טכנולוגית ארצות כמו יפן משתמשות בסיבים אופטיים המהווים את תשתית התקשורת האופטימלית גם מבחינה טכנית וגם מבחינת עלות, כדי לבנות INFORMATION NETWORK SYSTEM (INS) – מערכת של רשת מידע (מר״מ) לכל הארץ. בגרמניה מהווה BIGFON מערכת איזורית של סיבים אופטיים. ארצות אחרות (כמו צרפת) משתמשות ברשתות רחבות־סרט המבוססות על שילוב של סיבים אופטיים וכבלים קואקסיאליים.

בישראל התפתחו עד עתה רשתות טלויזיה בכבלים (בעיקר בקיבוצים ובכמה ישובים) כדי לענות על דרישת הצרכנים לברירה רחבה וחופשית של תוכניות טלויזיה. כך צמחו מרכזים קטנים ובינוניים להפצת שידורי טלויזיה. מרכזים אלה קולטים מיגוון רחב של תוכניות טלויזיה ממקורות שונים בעזרת אנטנות משוכללות ומשגרים אותן דרך רשת תקשורת טל״כ לביתו של הצרכן. ניתן לקלוט את כל התוכניות לפי בחירה, או רק חלקן לפי תשלום (PAY-TV).

## תיאור מערכת טל״כ

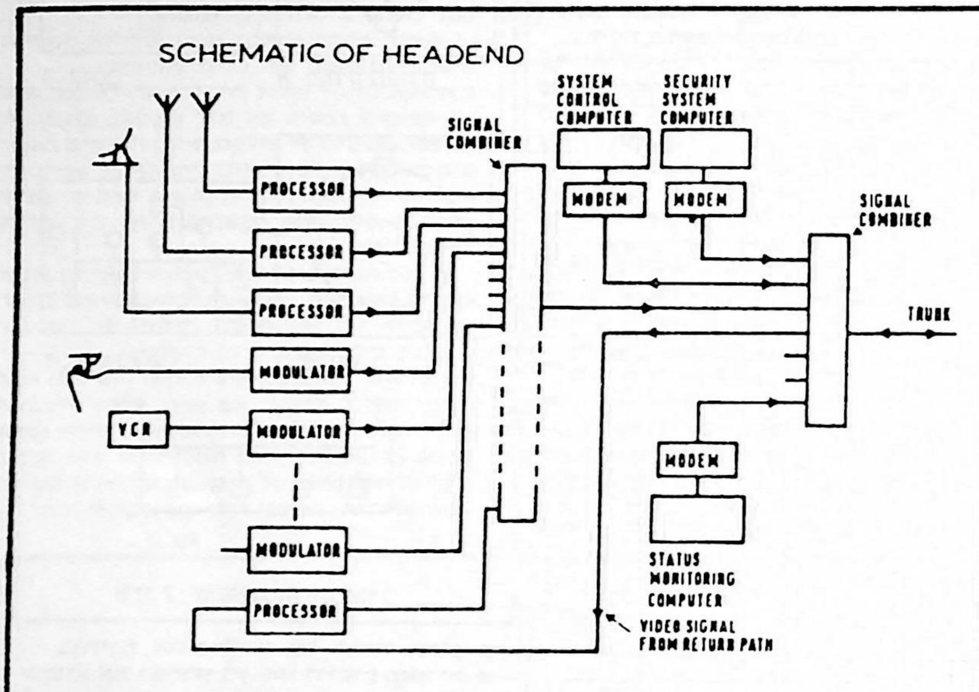
מערכת טל״כ (רחבת־סרט) מורכבת משתי תת־מערכות:

א. מוקד התפעול

ב. רשת ההפצה

**א. מוקד התפעול** (HEAD END) (ציור מס׳ 1) הינו נקודת המוצא לאותות RF המופצים ברשת וכן משמש כנקודת האיסוף לכל האותות RF המיוצרים ע״י מיגוון האמצעים המחוברים לרשת (במקרה של תקשורת דו־כיוונית), כולל לוויני תקשורת, אולפנים, קסטות־ווידיאו ועוד).

הציוד הנמצא בדרך־כלל במוקד התפעול כולל מעברי אותות, מודולטורים, דמודולטורים, מחברים, יחידות תרגום נתונים, ספקי־כוח ויחידות בקרה.




*ציור מס׳ 1: מוקד התפעול*

**ב. רשת ההפצה** – שילוב של אמצעים פסיביים ואקטיביים המפיצים ואוספים אותות כמו תדר רדיו, המיוצרים במוקד התפעול, מופצים ממנו ומשודרים אליו ממקורות שונים. ליישום טל״כ לצרכי בידור ביתי, האותות מופצים ממוקד התפעול למספר רב (אלפים) של מנויים, בדרך־כלל באמצעות שידור חד־כיווני. המנויים יכולים לברור תחנות ממספר ערוצים בכל עת שיש שידורים.

מערכות טל״כ דו־כיווניות מאפשרות שימוש בערוצי תקשורת בתשלום. פירוש הדבר הוא שהמנוי יכול לבחור את השידורים רק בזמן מוגבל.

קיימות גם מערכות טל״כ דו־כיווניות ומקוונות, כלומר, כל מנוי יכול ליצור קשר עם כל מנוי אחר ברשת, כשאמצעי המיתוג נמצאים בתוך הרשת. מערכות אלה ידועות בשם רת״מ (רשתות תקשורת מקומיות), או רת״ב (רשתות תקשורת בינוניות).

ניתן לעבור ממערכת חד־כיוונית למערכת דו־כיוונית ומקוונת במרבית המקרים על־ידי הוספת ציוד מסננים, משווים (EQUALIZERS) ומגברים בכיוון הערוץ החוזר. הרשתות הדו־כיווניות (מקוונות) משמשות לתמיכה במיגוון של שימושים בשירותים חדשים כגון: טלטקסט (ראה גיליון 'מחשבים' מס׳ 56), ווידאוטקס, טלויזיה במעגל סגור, מערכות איחזור מידע, בקרה סיפרתית וכו׳.

המרכיבים של רשת ההפצה הם: קווים קואקסיאליים או סיבים אופטיים; מסננים; מפצלים; מחברים; מגברים. כאשר יש צורך ביצירת קשר עם רשתות תקשורת אחרות קיימים, גם GATEWAYS, כמו כן במקרים של טל״כ דו־כיווניות ומקוונות ישנן גם חומרה וגם תוכנה המתאימות לגישה לרשת.

רשת ההפצה יכולה להיות בנויה על־פי טכנולוגיות שונות. הטופולוגיה נקבעת על־ידי שורה ארוכה של גורמים כלכליים, טכנולוגיים ואחרים. הבעיה היא אופטימיזציה של מבנה הרשת בהתחשב במרכיבים הידועים וכן מרכיב של אומדן לגבי פוטנציאל עתידי של השימוש ברשת והתפתחות טכנולוגית בתחום רשתות התקשורת והשפעתן על הטופולוגיה הנוכחית. לקביעת פרישה אופטימלית של הרשת יש כמה קריטריונים עיקריים כגון:

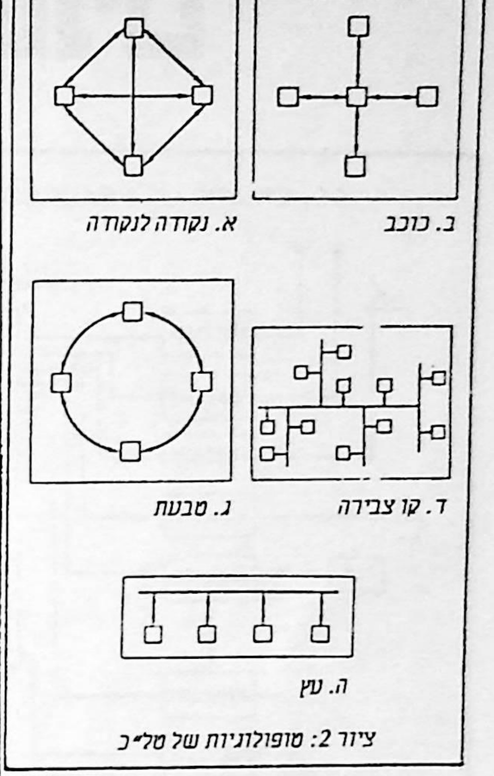
- עלות ההשקעה הראשונית
- עלות האחזקה
- אפשרות להרחבה בעתיד
- ביצועי המערכת

שני הסעיפים הראשונים הם שיקולים כלכליים. אפשרות ההרחבה בעתיד היא בעלת חשיבות רבה ביותר, בעיקר בגלל השירותים שניתן לספק ברשת הכבלים, באמצעים טכנולוגיים קיימים. הדבר מוביל לירידה בעלות ההשקעה, יחד עם ההתעניינות הגוברת מצד הלקוחות, בעיקר בשירותים מקוונים כגון ווידיאוטקס, טל־ועידות (TELECONFERENCE), ווידיאופון, קשר לבסיסי נתונים שונים וכו׳.

חשיבות רבה במסגרת השיקולים יש לאפשרות שילובם של שירותים שונים, כולל טלפוניה, ברשת אחת, מעבר לתקשורת סיפרתית וכן בחינה של פוטנציאל המערכות בסיבים אופטיים או שילובם עם כבלים קואקסיאליים.

# טופולוגיות טל"כ

קיימות כמה טופולוגיות בסיסיות (ציור מס' 2): נקודה־לנקודה (נל"ן); כוכב; טבעת; עץ; קו־צבירה (BUS).



א. נקודה לנקודה
ב. כוכב
ג. טבעת
ד. קו צבירה
ה. עץ

ציור 2: טופולוגיות של טל"כ

בבחירת הטופולוגיה של רשתות טל"כ יש למצוא את הפתרון בין שתי דרישות מנוגדות: א. אפשרות של ערוצי טלויזיה רבים לצרכי בידור בעלות נמוכה – דבר שניתן להשיג ברשת עץ בעל ענפים המסתעפים ממנו – הטופולוגיה הכלכלית ביותר; ב. הדרישה הגוברת והולכת לשימושים מקוונים, ועבורם טופולוגיית הכוכב היא המתאימה ביותר ואז יש צורך במיתוג בנקודת הצומת. קימת גם אפשרות לשלב בין עץ וכוכב.

טופולוגיות מסוג טבעת, קו־צבירה ונל"ן ניתן למצוא בעיקר במערכות תקשורת נתונים, ולא ברשתות רחבות־תפוצה. קיימים גם שילובים של טופולוגיות שונות בגלל אילוצים טכנולוגיים שונים או בגלל דרישות מיוחדות של קבוצות מנויים, כגן טופולוגיית כוכב מנקודת המיתוג למנויים, וטופולוגיות עץ מהמנוי לתחנות משנה.

# תקשורת דו־כיוונית בכבלים קואקסיאליים

תכונה חשובה של רשת כבלים קואקסיאליים, המרחיבה לאין־שיעור את היישומים של הרשת רחבת־הסרט, היא הדו־כיווניות. מאחר שברשת כזו ניתן להעביר אותות בשני הכיוונים, המערכת יכולה לשמש כרשת תקשורת לכל דבר. ברשת הפצה דו־כיוונית בכבלים קואקסיאליים קיימות שתי גישות בסיסיות: כבל קואקסיאלי יחיד; זוג כבלים קואקסיאליים. קיימים גם שילובים של שתי הגישות הנ"ל (ציור מס' 3). השימוש בסיבים אופטיים כתחליף לכבלים קואקסיאליים מרחיב את מספר האפשרויות, הן על־ידי הקמת רשת המבוססת כולה על סיבים אופטיים והן על־ידי שילוב בין שתי הטכנולוגיות.

**כבל קואקסיאלי יחיד**

השימוש בכבל קואקסיאלי יחיד לתקשורת דו־כיוונית אפשרי על־ידי חלוקת ספקטרום התדרים של הכבל. חלוקת התדרים נעשית בשתי שיטות:

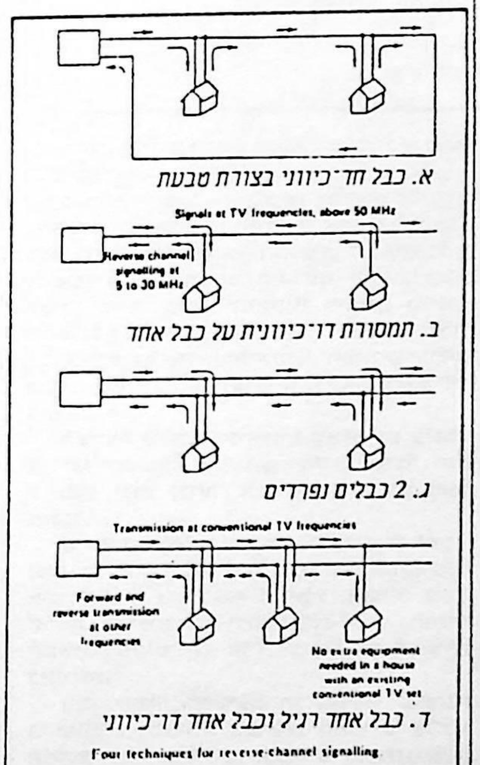
1. חציית הספקטרום (MIDSPLIT)
2. תת־פיצול (SUBSPLIT)

בשיטת MIDSPLIT מחולק תחום התדרים כך שבכיוון חוזר התעבורה נמצאת בתחום תדרים 5-108 מה"צ ובכיוון יורד בתחום תדרים 174-400 מה"צ. התכונה העיקרית המאפיינת חלוקה זו היא תעבורה גבוהה של נתונים בשני הכיוונים, המאפשרת שימושים רבים (גם קצב נמוך וגם קצב גבוה) להעברת נתוני ווידיאו, בקרה, וכיו"ב (ציור מס' 3א'). השיטה הזאת נמצאת בשימוש ברוב רשתות התקשורת המודרניות.

בשיטת SUBSPLIT תחום התדרים מהמנוי למוקד הוא 5-30 מה"צ ובכיוון יורד מהמוקד למנוי 54-400 מה"צ (ציור 3ב'). היתרון של שיטה זו (ציור 3ג') הוא באפשרות להגיע בקלות יחסית על־ידי התאמות של מערכת הכבל החד־כיווני. נוסף לכך, מאפשרת המערכת העברה של כ־12 ערוצים VHF הנקלטים מהאוויר ללא המרת תדר, בניגוד ל־MIDSPLIT. החסרון העיקרי של השיטה ...ו הוא הכנסה לרשת של מקור מידע נוסף למוקד התפעול, לאחר שמוקדשים לערוץ החוזר רק 25 מה"צ, כך שרק 4 ערוצי טלויזיה (או שווה־ערך) ניתנים להעברה בכיוון זה.

**זוג כבלים קואקסיאליים**

בשיטה זו (ציור 3ג') משתמשים בשני כבלים מקבילים – אחד לתעבורה בכיוון מהמוקד למנויים, והשני מהמנויים אל המוקד. מכיוון שאין אינטראקציה בין האותות בשני הכיוונים, אין צורך במסנני־תדר (כפי שנדרש בתקשורת דו־כיוונית על כבל יחיד). החיסרון העיקרי הוא הקדשת מלוא רוחב הסרט לתקשורת בשני הכיוונים ואפשרות תקשורת בין מנויים לבין עצמם ובינם לבין המוקד בצורה מקוונת ובקצבים גבוהים.




א. כבל חד־כיווני בצורת טבעת
ב. תמסורת דו־כיוונית על כבל אחד
ג. 2 כבלים נפרדים
ד. כבל אחד רגיל וכבל אחד דו־כיווני

ציור 3: העברת אותות דו־כיווניו

**שילוב כבל יחיד וזוג כבלים**

שילוב כבל יחיד עם טכניקות של זוגות כבלים (ציור 3ד') מיועד בעיקר למערכות טלויזיה בכבלים המספקות בין השאר שירותים לעסקים ותעשייה והדורשות נפחים גבוהים של תקשורת נתונים מקוונת וכן תקשורת ווידיאו.

# פס בסיס ופס רחב

חלוקה אחרת של טל"כ היא לפי רוחב סרט או רוחב פס:

1. פס בסיסי (BASEBAND)
2. פס רחב (BROADBAND)

**1. פס בסיסי** – בשיטה זו האותות בכבל מוצגים על־ידי שינויי מתח בקו הקואקסיאלי. האותות אינם מאפננים גל נושא (CARRIER) ואין שימוש בגל נושא. מקור המתח המשתנה בקו הינו בציוד שאליו מחובר הקו (LINE DRIVER).

**2. פס רחב** – משתמשים במספר גלים נושאים והנתונים מפוזרים בתחום פס התדרים של מערכת הכבל. האיפנון נעשה על־ידי שינויים בגל הנושא לפי השיטות הבאות: AMPLITUDE, PHASE, FREQUENCY-MODULATION. כל גל מאופנן על־ידי דיבור או נתוני מחשבים, או נתוני ווידיאו ואחרים. האיפנון נעשה במודם והופך חזרה לאותות במודם ממול.

שתי השיטות משתמשות בכבל קואקסיאלי, אך בשיטת הפס הרחב ניתן להשתמש בטכנולוגיה הנמצאת בטל"כ ומאפשרת אמינות מירבית תוך הגנה מלאה על האותות מפני הפרעות. טכנולוגיה זו קלה להתקנה ולהפעלה, ונמצאת בשימוש נרחב. היא מאפשרת העברת נתונים בקצבים מהירים. אלמנט המפתח הינו ציוד התיאום BIU (BUS INTERFACE UNIT) בין הכבל הקואקסיאלי למקור הנתונים (ציור מס' 4). כל BIU בודד משרת צרכים מוגדרים. הוא מצויד בהתאם לצורך במיקרו־מחשב וכן במעגלים לאיפנון הגל הנושא באותות המטופלים, וכן מסוגל לגלות את האותות המשודרים בתדרים המוקצבים לכך. הקצבים המקובלים להעברת נתונים ממחשבים הם 2 מיפ"ס (אפשר גם 50-10 מיפ"ס עם ציוד מיוחד).

עיקרון הבחירה של השיטה חייב לקחת בחשבון נתונים רבים כגון רוחב הפס (מהירות, קצב), דרישות הרחבה, עלות המערכת, אפשרות לשימוש ברכיבים סטנדרטיים, אמינות, סוג המוליך (נחושת או אלומיניום), התחברות נוחה, אטימות להפרעות, קצב שגיאות (ERROR RATE) ושלימות מערכת התקשורת (TRANSMISSION INTEGRITY). השימוש בטכנולוגיית טל"כ מאפשר שיעור שגיאות של פחות מאחד ל־100 מיליון.

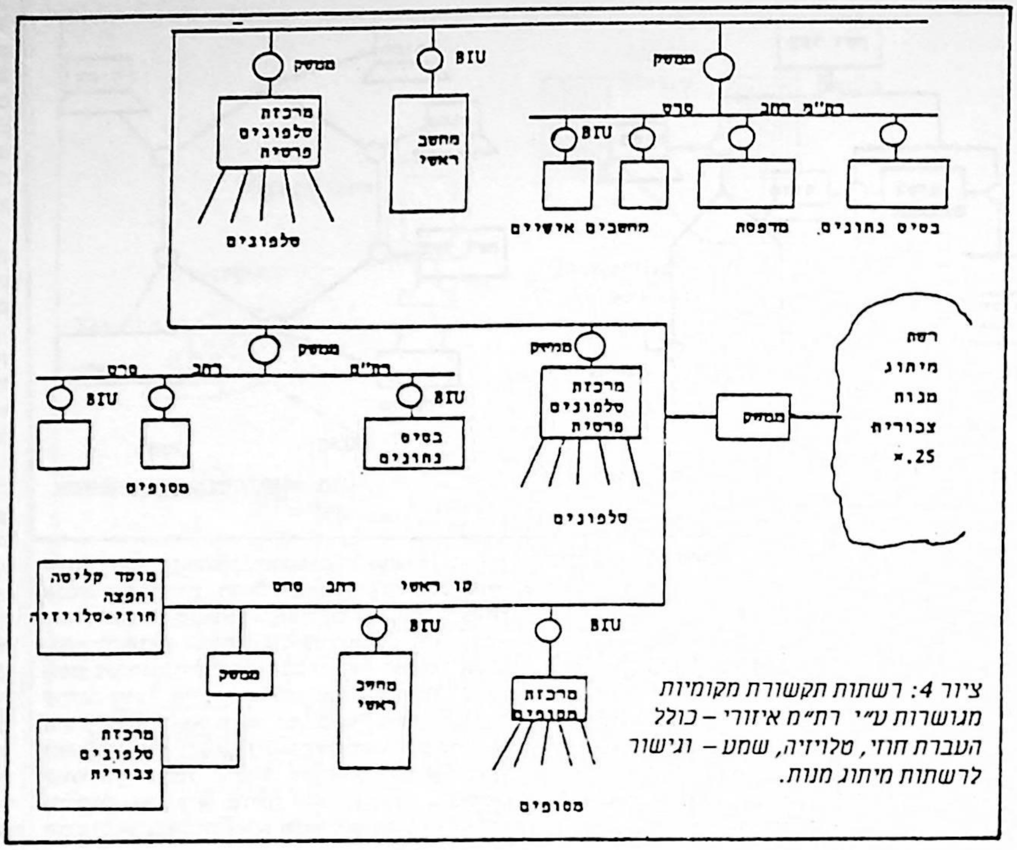
מערכת פס רחב היא מורכבת, יותר יקרה מפס בסיסי ומחייבת תיכנון הנדסי לפני הרכבתה. יתרונותיה העיקריים הם בכך שהיא מאפשרת הפעלת מספר ניכר של מערכות תקשורת עצמאיות באותה המערכת ובמקביל, ומאפשרת גמישות מירבית לצורך שינויים. כך מסוגלת המערכת לטפל בכל מיגוון אמצעי התקשורת בעלות מינימלית, החל מאותות תקביליים (אנאלוגיים) כגון קול וכלה באותות סיפרתיים מהירים. עלותה הכלכלית הינה מירבית, ברת־מ.

מערכת מסוג פס בסיסי היא פשוטה יותר, אינה כוללת RF-MODEM או LINE-DRIVER, אך יש לה מספר חסרונות: אינה יכולה להעביר אותות אנאלוגיים; מוגבלת בקצבים; העברת נתונים מוגבלת למרחקים מאוד קצרים (יחסית לשיטת הפס הרחב).

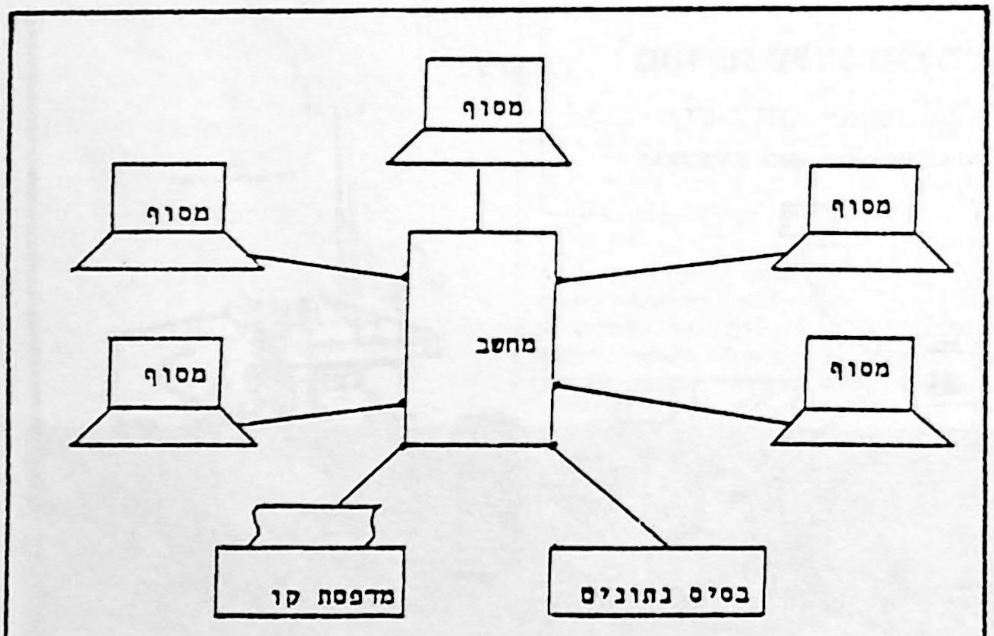
לבחירה נכונה של רשתות תקשורת יש השלכות טכניות וכלכליות מרחיקות־לכת על מה שיקרה בארגון בעתיד. קל יותר, זול יותר ומהיר יותר להחליף מסוף, מדפסת ואף מחשב, מאשר לבנות תשתית תקשורת חדשה.

# טל"כ כ־רת"מ

המבנה הבסיסי של רשת תקשורת נתונים קונבנציונאלית הינו, ברוב המקרים, מבנה של כוכב שבמוקדו מחשב. לכל מנוי ברשת מוקצית כניסה למחשב ולכל מנוי נמתח קו פיזי (זוג אחד או יותר) (ציור מס' 5). כאשר נדרשת תוספת מנויים יש צורך בהנחת כבל מתאים, חיבור בארונות ההסתעפות וחיבורו לכניסה פנויה




*ציור 4: רשתות תקשורת מקומיות מגושרות ע"י רת"מ איזורי – כולל העברת חוזי, טלויזיה, שמע – וגישור לרשתות מיתוג מנות.*




*ציור 5: מבנה בסיסי של רשת תקשורת נתונים בצורת כוכב שבמוקדו מחשב*

למחשב. בטופולוגיה זו משמש המחשב לא רק כמעבד נתונים, אלא גם כצומת וכאשר מנוי A מעביר מסר למנוי B, למשל, הדבר נעשה באמצ־עות המחשב. בארגונים שבהם נוצר הצורך לקלוט מחשב נוסף ולאפשר למנויים את הגישה למחשב זה, מתעוררות כמה בעיות:

1. בניית תשתית תקשורת (במקביל לרשת הקיי־מת)

2. יצירת קו לקשר יעיל ומהיר בין המחשבים כדי להבטיח גיבוי של המחשבים אחד לשני

3. בחלק מהמקרים נדרשים מסופים אחרים לעבודה כנגד המחשב החדש או לחילופין, ממירי פרוטוקולים. כאשר מתפתח בארגון מסויים עי־בוד נתונים מבוזר ע"י שימוש במספר רב של מחשבים קטנים או מסופים חכמים, הכנסת מערכות עיבוד תמלילים, מרכזיות וציוד עזר נוסף, נוצר צוואר בקבוק בתשתית התקשורת ולא־פעם היה צורך בהנחת אלפי מטרים של תעלות צנורות, חוטים, ארונות סעף ועוד.

כשטל"כ בנויה כ־רת"מ היא מאפשרת גמישות ונותנת פתרונות לבעיות אלה ע"י המבנה הפיזי והלוגי. התצורות המועדפות בטל"כ בשיטת רת"מ הן: טבעת וקו־צבירה, או עץ (ציור מס' 6). בתצורת טבעת הנתונים מועברים כסיביות ממש (כמו ה־BASEBAND) בעת שבתצורת קו־צבירה או עץ הנתונים יכולים להיות מועברים או בצורת סיביות או פס רחב ע"י איפנון תדרי גל נושא, כך שמתקבלת העברה ע"י אותות אנאלוגיים בתדרים גבוהים ביותר.

רוחב הסרט שמעמידות רשתות מבוססות טל"כ לרשות המשתמש הינו של כ־450 מה"צ, דבר המאפשר תמיכה בעשרות־אלפי מנויים, העברת נתונים ברשת בקצבים כוללים של עשרות MB/S וכן גם העברה בו־זמנית של מידע מגוון לא רק בתחום הנתונים אלא גם בתחומים אחרים כגון חוזי (VIDEO), קול ועוד.

ההתחברות לרשת התקשורת המקומית הינה, כפי שכבר צוין, באמצעות יחידות הקרויות BIU או PCU (PACKET COMMUNICATION UNITS). יחידה זו, הבנויה על מיקרו־מחשב, מבצעת מספר רב של מטלות בו־זמנית. נזכיר אחדות מהן:

• ממירה את פרוטוקול התקשורת של המנוי לפרוטוקול תקשורת של הרשת.

• ממירה אותות בינאריים לאותות אנאלוגיים תוך איפנונם לתדר המתאים.

• בוחרת, ע"י תוכנה, אפיק אחד מתוך קבוצה של אפיקים (תדרים) אפשריים.

• יוצרת התקשרות עם המנוי המבוקש ע"י קריאה אליו, זיהוי כתובתו והודעה על קיום הקשר.

• מעמידה לרשות המנוי איחסון (BUFFER) לשי־דור ומאחסנת הודעות נקלטות כאשר המנוי תפוס בהתקשרות קודמת.

• מאפשרת קיום מספר התקשרויות בו־זמנית עם מנויים שונים, תוך אפשרות מעבר מהתקשרות אחת לשנייה ללא צורך בביצוע תהליך התקשרות מחדש.

• בודקת את תקינות המידע שנשלח, נקלט ע"י מנוי מבוקש והוחזר לבדיקה לשולח. במקרה של איתור שיבוש היא משדרת את המידע מחדש.

• מספקת נתונים סטטיסטיים למנוי על מספר התקשרויותיו ומשכיהן.

למעשה כל תפקידי התקשורת – יצירת קש־רים, מיתוג בין מנויים, העברת הודעות ממען אחד לאחר ועוד – עוברים מן המחשב אל יחידת המימשק תוך המרת פרוטוקולים, כך שיחידות קצה העובדות בפרוטוקולים שונים יכולות להת־קשר זו עם זו בצורה מושלמת.

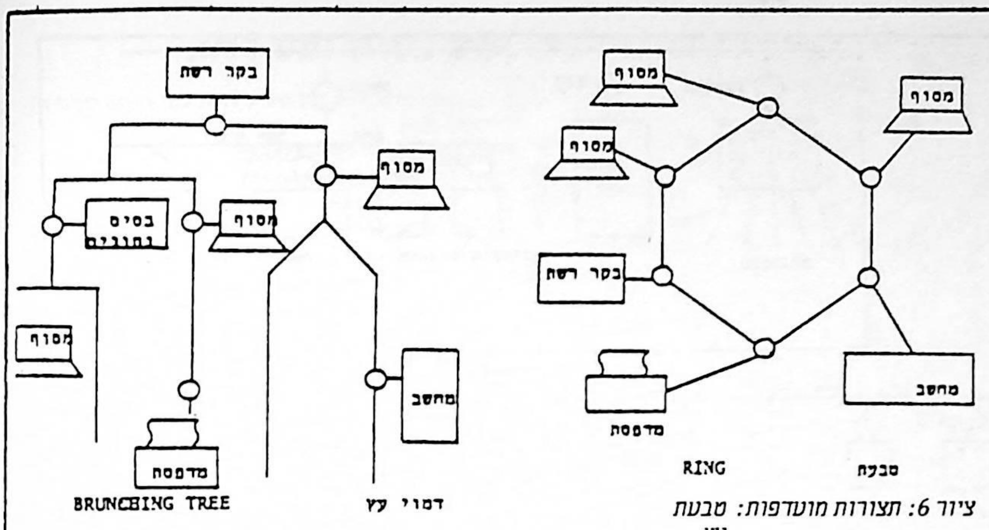
לצורך יצירת מערכת ההתקשרויות עומדים לרשות המשתמש שני כלים עיקריים:

1. חלוקת התווך (רשת רחבת־סרט) למספר גדול של אפיקים בבסיס של תדר (F.D.M). באופן זה מאפשר BIU טיפוסי חלוקת תחום התדרים לאפי־קים בני 300 קה"צ, דהיינו ניתן לחלק 'אפיק' TV סטנדרטי ל־20 אפיקי תקשורת נתונים כאשר מעבר מאפיק אחד למשנהו נעשה ע"י פקודה לוגית ל־BIU.

2. כל אפיק עומד לשירותם של עשרות־אלפי מנויים באמצעות מנגנון חלוקה מתוחכם ביותר על בסיס של זמן (TDM). מנגנון זה, המוכר בספרות כ־CSMA/CD, פועל כדלקמן:

BIU כלשהו המתבקש ליצור קשר עם BIU אחר מאזין תחילה לרשת. אם אינו 'שומע' תעבורה ברשת הוא מתחיל בשידור. תוך כדי שידור נמצא ה־BIU גם בהאזנה ואם הוא מגלה שיש שידור נוסף על הקו (מצב של COLLISION) הוא מנתק את עצמו מהרשת, ממתין פרק־זמן אקראי וחוזר על תהליך השידור. עם גמר השידור ממתין ה־BIU ל'הד' מהמנוי השני ומשווה אותו לשידור שאותו ביצע. אם אין זהות בין השידור להחזר, משודר המידע מחדש.

לכאורה נראה תהליך ההתקשרות מייגע וא־רוך, אולם לאור הקצבים המהירים שבהם 'מדב־רים' ה־BIU ביניהם, התהליך אינו ארוך יותר מתהליך התקשרות רגיל בין מנוי למחשב וברוב המקרים הינו אף קצר ופשוט יותר. יתרה מזאת, בשיטת חלוקה על בסיס זמן, כאשר קצב העברת המידע ברשת גבוה ביותר (מאות־אלפים עד מי־ליוני סיביות בשניה) קיימת אפשרות למספר רב של מנויים להיכנס למחשב דרך כניסה בודדת, דבר המהווה יתרון גדול ביותר ברשת תקשורת.




ציור 6: תצורות מועדפות: טבעת עץ

הכבל הקואקסיאלי הבודד מאפשר איפוא, באמצעות שני המנגנונים שהוזכרו, קיום בו־זמני של אלפי התקשרויות בלתי־תלויות זו בזו. כל BIU ברשת התקשורת יכול להתקשר ישירות לכל BIU אחר (מותנה בכך שאכן מותר לו ליצור את הקשר הנ"ל) ולהעביר אליו או לשלוף ממנו מידע. הגישה לאמצעי איחסון מרכזיים, למרכזי עיבוד נתונים, למדפסות מהירות ולאמצעי בקרה ושליטה הופכת להיות פשוטה, מהירה ובטוחה.

תוספת מנויים לרשת, העתקתם ממקום למקום, שינוי ייעודם ועוד, הופכים למיידיים, קלים וזולים. בכל רגע ניתן להוסיף ולגרוע מנויים מהרשת מבלי לשנות את תשתית הכבלים הקיימת. בנוסף לכך, הכבל הקואקסיאלי, המהווה את תווך ההעברה, עמיד בפני הפרעות חיצוניות, קרינה פנימה או החוצה נמוכה מאוד ומונחתת ע"י הקו. הכבל עמיד בפני פגעי־טבע וזמן ומתחרה במחירו בכל אמצעי מקובל אחר להעברת נתונים.

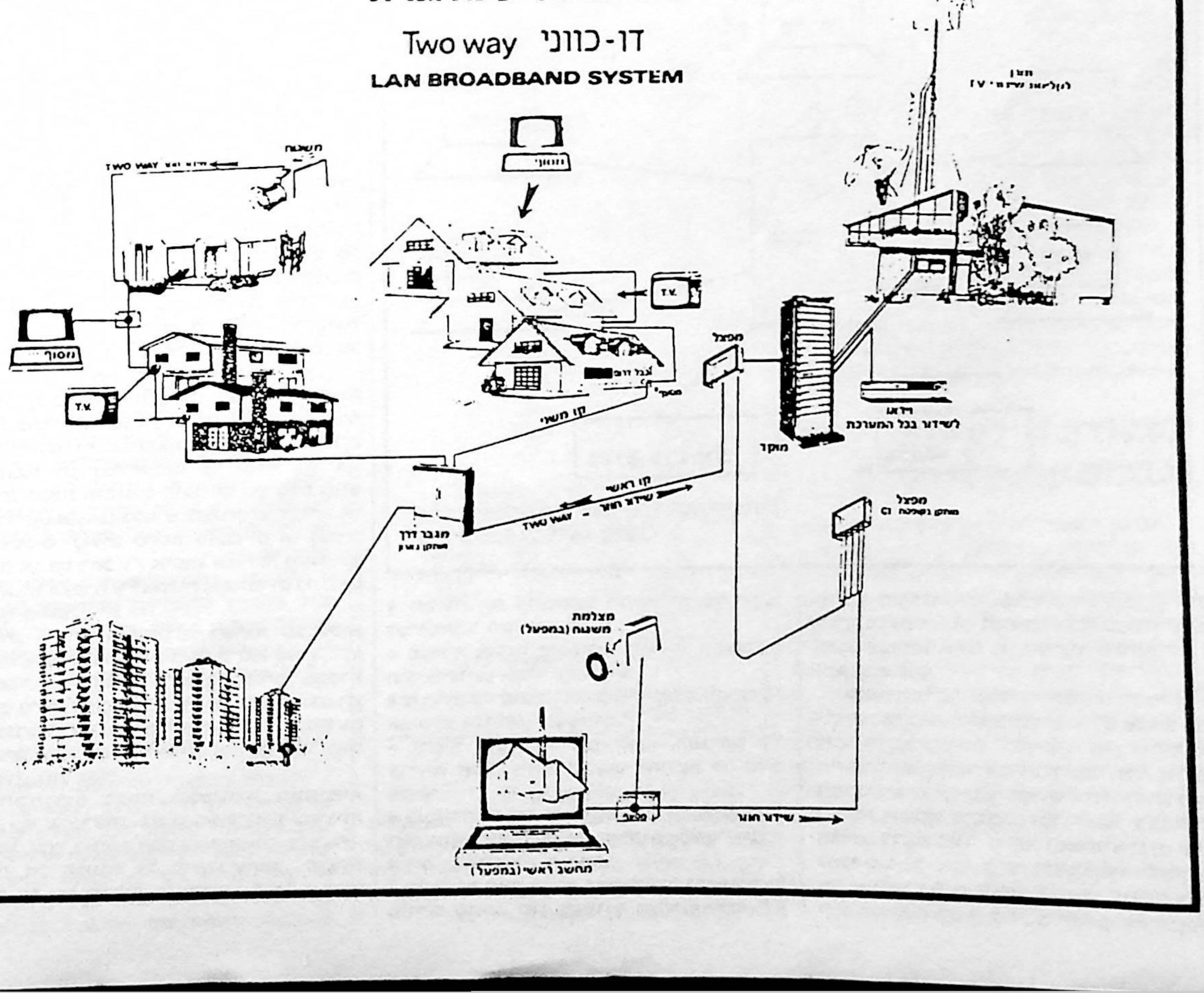
האמצעים שנסקרו עד כה אינם ממצים את כל תכונות הרת"מ, למשל את האפשרות לצאת מן הרשת לעולם החיצון (כגון לרשתות מיתוג מנות X.25) או אפשרות ה"שידוך" בין הרשת הטלפונית ורשת עיבוד הנתונים ועוד. תחום זה נמצא כיום בתחילת הדרך הן מבחינה טכנולוגית והן מבחינה יישומית, ואין ספק שמקומו מובטח אצל כל לקוח אשר ירצה למצוא את עצמו במרכז העניינים בתחום התקשורת.

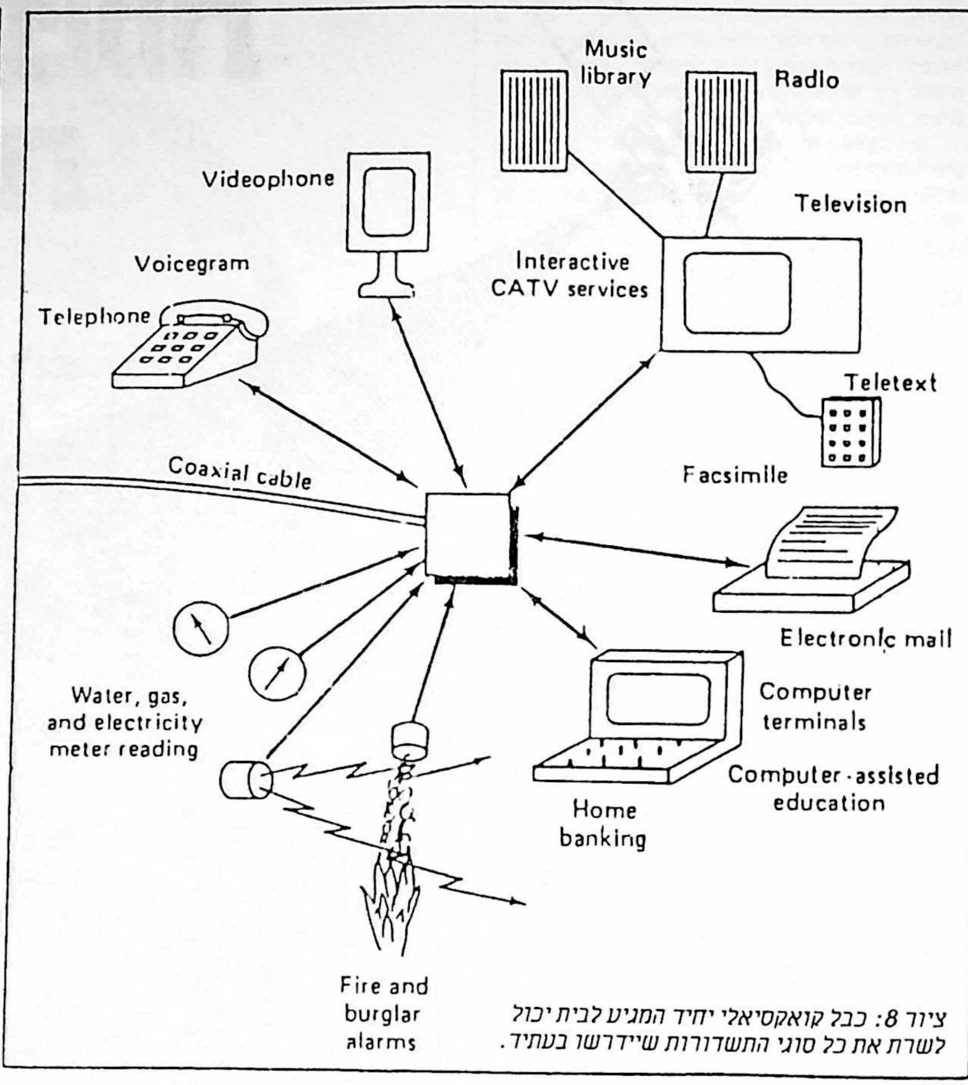
הכנסת כבל קואקסיאלי הקשור לרשת טל"כ, מאפשרת מיגוון רחב של שירותים (ציור מס' 8). שירות שניכנס באחרונה לארץ (במחצית השנה של שנת 86) הוא שירות הטלטקסט על־ידי הטלויזיה הלימודית. הוא מבוסס על העברת מידע דרך האוויר והקליטה נעשית בעזרת אנטנות מרכזיות. הטל"כ מאפשר טלטקסט עשיר יותר, מכיוון שמשפע האפיקים שברשת הכבלים ניתן להקדיש אפיק שלם לטלטקסט ולא להסתפק בשורות הסקירה הבלתי מנוצלות של אפיק שידור קיים. ניתן להציג מחזור של כ־5,000 דפי מידע ב־40 נושאים שונים, כאשר זמן ההמתנה הממוצע הוא כ־5 שניות וזמן מחזור 500 עמודים לשניה, לעומת כ־100 עמודים במחזור וזמן המתנה של כ־8 שניות של שירות טלטקסט המשתמש בשורות הלא מנוצלות של ערוץ שידור קיים (הטלטקסט של הטלויזיה הלימודית הקיים).

## טל"כ ואנטנות צלחת

פיתוח מעניין למיגוון האפשרויות של הטל"כ הוא שימוש באנטנות צלחת, המאפשרות קליטה ישירה מלווייני תקשורת. הטכניקה הזאת, שהתפתחה באמצע שנות ה־70 בארה"ב, מאפשרת למנויים המחוברים לרשתות טל"כ קליטה

ציור 7: מערכת טל"כ מדגמית






*ציור 8: כבל קואקסיאלי יחיד המגיע לבית יכול לשרת את כל סוגי התשדורות שיידרשו בעתיד.*

ישירה ממספר לוויינים ומספר גדול של ערוצים. כמו כן בגלל ירידה במחירי אנטנות הצלחת הן יכולות להיות גם רכוש פרטי, לשימוש ביתי. ע"י הטכניקה הזאת הטלוויזיה הופכת לאמצעי תרבותי וחינוכי ממדרגה ראשונה.

גם בארץ השימוש באנטנות צלחת קיבל תנופה. באחרונה יותר ויותר אנטנות כאלה נמצאות בשימוש ביתי ומיגזרי (הערכה להיום: כ־500 אנטנות).

קיימות בשוק הישראלי אנטנות מתוצרת־הארץ מפיברגלס (חב' פנורמה), אנטנות אלומיניום שלימות מתוצרת־חוץ (חב' אמפא תקשורת לוויינים בע"מ, או חב' סיגנל שירותי אלקטרוניקה בע"מ), או אנטנות צלחת בצורת רשת (חב' א.א. תקשורת בע"מ 86), המאפשרות קליטה מהלוויין הרוסי והאירופי (ערוץ אחד לוקסמבורג וערוץ נוסף משותף לגרמניה, אוסטריה ושוויץ), ולוויין ערבי – ערב־סט. לא ניתן לקלוט את הלוויין האירופי ואת הלוויין הערבי או הרוסי באותה מערכת קליטה, שכן לוויינים אלה ממוקמים במקום שונה והם אינם משדרים בתדר זהה.

## סיכום

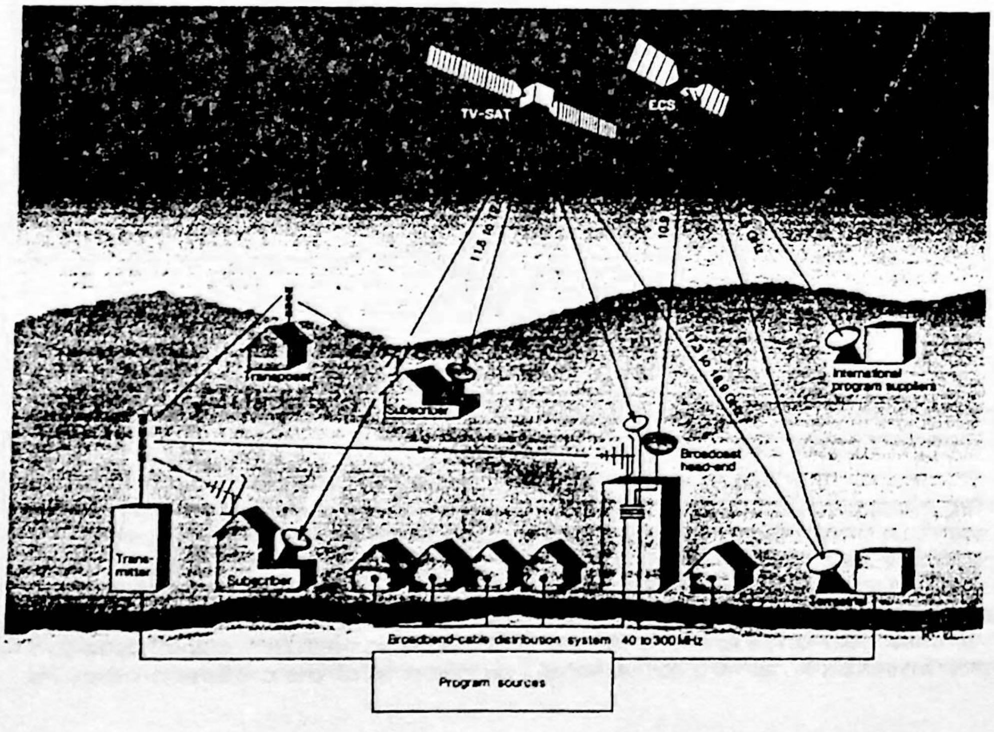
מדיניותו של משרד התקשורת המתבטא בליברליזציה ו־DEREGULATION (שבירת מונופולין), הביאה לכמה התפתחויות בתחום תקשורת ההמונים, ביניהן הטל"כ ושימוש באנטנות צלחת. כל אלה בהתאם לחוק שהתקבל במחצית השניה של שנת 86 בכנסת (להוציא את הקיבוצים וכמה יישובים שהטל"כ היה כבר נחלתם).

לפי חוק זה ובהתאם לתיקון חוק הבזק, הטל"כ יהיה בהשגחת משרד התקשורת. הארץ תחולק ל־15 או 25 איזורים ובעלי זיכיון שיזכו במכרזים יקימו תחנות־שידור מקומיות ויעבדו על־פי מנוי בתשלום חודשי (לכן יש אומרים שהטל"כ הינו למעשה 'טלויזיה למנויים'). הטל"כ יעביר שידורים מכל העולם באמצעות הלוויינים, בנוסף לערוץ הממלכתי (או אפילו הערוץ השני כשיקום, וכן הטלויזיה הלימודית), ובעיקר תוכניות בתחומי הבידור, המוסיקה, האמנות והספורט. בנוסף, ניתן יהיה להעביר למנויים באמצעות הכבלים ערוץ לחדשות מקומיות וערוצים לסרטי ווידיאו.

במסגרת החקיקה שמשרד התקשורת מכין יש לציין גם את האישור להשתמש באנטנות צלחת עד לקוטר של 4 מטר (לעומת 2.44 מ' עד עתה) ללא רשיון מיוחד ויחד עם זאת מכינים מומחי המשרד מיפרטים טכניים ותקנים להבטחת המערכת ומניעת הפרעות. כל אלה באים לאפשר קליטה טובה יותר ובמחירים נמוכים יותר.

ההתפתחות הטכנית וחקיקת חוק הטל"כ גם בעולם וגם בארץ מאפשרים לגשר בין MASS-COMMUNICATION (שידורים בכיוון אחד כמו רדיו וטלויזיה) לבין ה־INTER-COMMUNICATION (טלפון, טלגרף, נתונים דו־כיווניים).

כדי לקדם את הנושאים, שורה שלימה של בעיות עומדות לקבל פיתרון: פרסומת בארץ ובעיקר זו המועברת משידורים ישירים מחו"ל (תקשורת בזמן אמת דרך לוויינים), קשרים עם ארגוני תקשורת בינלאומיים, קבלת הגבלות של אותם ארגונים, מדיניות העתקת השידורים, שידורים חוזרים ועוד ■



# אנטנות קטנות לתקשורת לויינית



## מבוא

גישה מהירה וזולה יחסית למאגרי מידע באמצעות לוויני תקשורת נעשית אפשרית גם בישראל, הודות למדיניות הליברליזציה שמשרד התקשורת מקדם בזמן האחרון, יחד עם התפתחות הטכנולוגיה בעולם ובארץ.

העלות הגדולה של אנטנות צלחת – שעד לפני כ־10 שנים, גם הקטנות שבהן היו בקוטר של כ־10 מ׳ – מנעה ממשתמשים פרטיים או קטנים את השימוש בהן. היום יש כבר אנטנות צלחת קלות להתקנה ואחזקה בקוטר של 65 ס״מ ובמשקל 3.3 ק״ג.

א״צ זולות המותקנות בבית או במפעל, משרד, קמפוס אוניברסיטאי, בית־חולים וכו׳, חוסכות משאבים והוצאות כספיות עבור שימוש בקווי טלפון להעברת נתונים. בעזרת שימוש במיקרומחשבים בצד המשתמש, א״צ יכולה לאפשר גישה מיידית מכל רחבי הארץ למאגר מידע מרכזי מעודכן. נוסף לכך, א״צ מאפשרות קליטה מלווייני תקשורת, של תוכניות בידור, ספורט וכו׳.

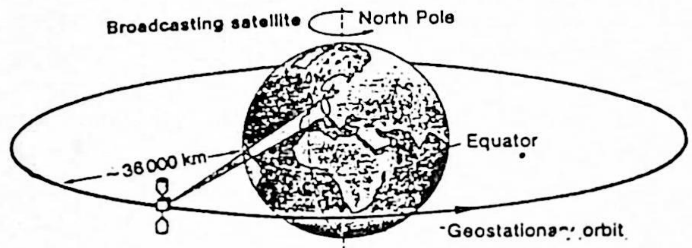
המאמר נותן מספר הסברים על פעולת א״צ ומעדכן את הקורא על המצב בארץ ועל האפשרויות העומדות לפנינו.

## מהו לוויין תקשורת?

שידורים נעשים ע״י התפשטות גלים אלקטרומגנטיים בקו ישר. כאשר המשדר מוצב על הקר־

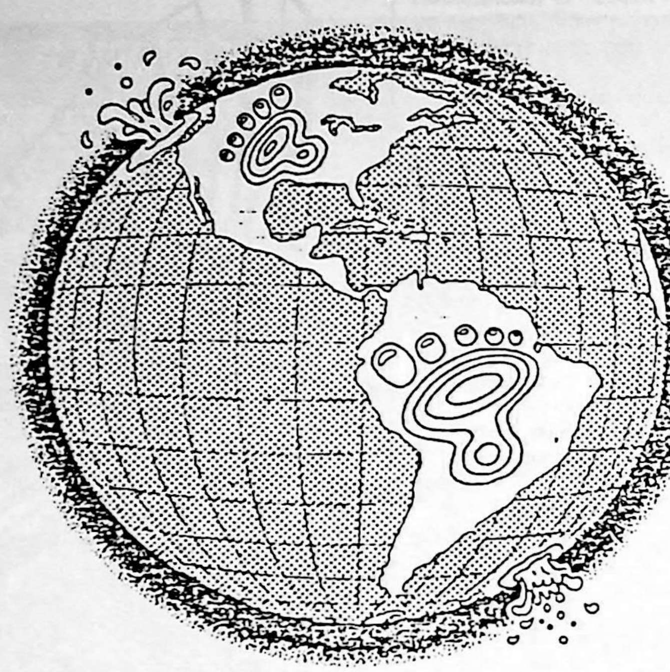
קע, המרחק שאליו ניתן לשדר מוגבל, וכדי לכסות שטח גדול יותר יש צורך בהרבה משדרים ומגברים. נוסף לכך, ספקטרום התדרים גם הוא מוגבל. לוויין התקשורת מסוגל לבוא במקום מספר רב של משדרים ומגברים וגם מגדיל את מספר ערוצי תקשורת.

כדי לבצע זאת, לוויין התקשורת צריך להיות גיאוסטציונרי, זאת אומרת שהמסלול בו נע הלוויין צריך להיות מסונכרן עם קו־המשווה של כדור הארץ, כך שהמיקום היחסי נשאר קבוע כל הזמן מול קו־המשווה (ציור מס׳ 1). המרחק המאפשר ללוויין להיות גיאוסטציונרי הוא כ־36,000 ק״מ מעל קו־המשווה ומשך הקפת המסלול שלו שווה למשך סיבוב כדור הארץ סביב צירו. המיקום של הלוויינים ותחום התדרים המוקצב מהווים נושא להבנה בין־לאומית.

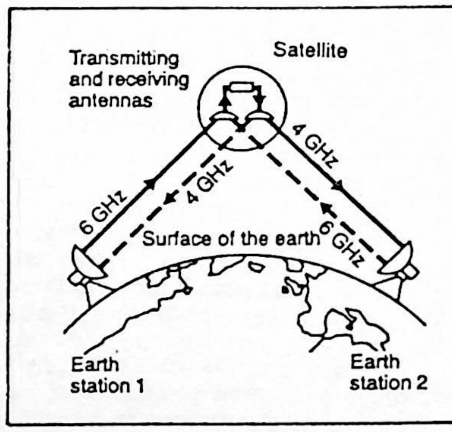



ציור מס׳ 1: לווין תקשורת במסלול גיאוסטציונרי

**International Satellite Footprints**



ציור מס׳ 2: טביעת רגל של לוינים על כדור הארץ

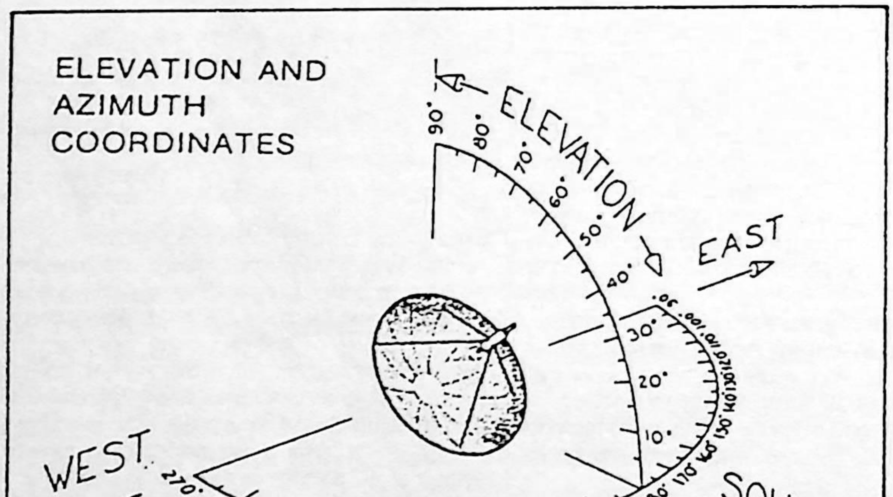



ציור מס׳ 3: אנטנות קולטות ומשדרות

בלווייני שידור קיימות אנטנות המרכזות את הספק השידור ומכוונות אותו על־פני כדור הארץ. אלומת השידור מכסה אזור מסוים קבוע על פני כדור הארץ (טביעת רגל – FOOT PRINT), ובאזור זה ניתן לקלוט את השידורים באיכות טובה. גם באזורים סמוכים לאזור זה ניתן לקלוט שידורים, אך הקליטה היא או באיכות יותר נמוכה, או דורשת ציוד יותר משוכלל.

לוויין תקשורת משתמש בתדרים שונים עבור קליטה ושידור, כדי שהאותות המשודרים בעוצמה גבוהה לא ישבשו את אלה בעוצמה נמוכה הנקלטים ע״י הלוויין. האותות המשודרים אל הלוויין הינם ה־UP-LINK ואלה המשודרים מהלוויין אל כדור־הארץ הינם ה־DOWN-LINK.

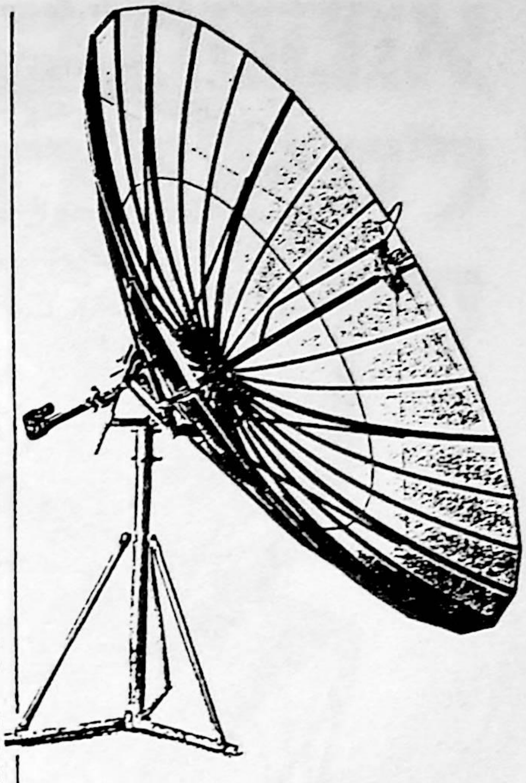
על הלוויין, בין יתר המרכיבים, נמצא ציוד אלקטרוני הקולט, מגביר, ממיר ומשדר תדרים המכילים אותות. הציוד הזה נקרא טרנספונדר (TRANSPONDER). להרבה לוויינים קיימים 12 טרנספונדרים אנכיים ו־12 אופקיים שלא מפריעים אחד לשני. את מיקום הלוויין בחלל ניתן להגדיר לפי שני צירים: הגבהה וצידוד (ELEVATION AND AZIMUTH) (ציור מס׳ 4).




ציור מס׳ 4: הגבהה וצידוד

לווייני תקשורת DIRECT BROADEAST SATELLITE (DBS) המשתמשים ב־12GHZ משדרים שידורים מוצפנים ומאפשרים קליטה טובה בעזרת אנטנות צלחת עד ל־1 מ׳ שמחירם (בארה״ב) כ־300 דולר. כדי לקלוט אותם יש צורך להיות מנוי ובעל מכשיר לפענוח ההצפנה.

ירידה במחירי הצלחות תוביל לריבוי בשימושם. מצד שני מתרבים הלוויינים וזה מחייב צמצום המרחק בין שני לווייני תקשורת מ־3 מעלות ל־2 מעלות. מצב זה מחייב את יצרני האנטנות והציוד הנלווה לפיתרונות יותר יעילים. לדוגמא, BRITISH TELECOM התקינה א״צ GREGORIAN בת 5.5 מ׳ שבעזרתה ניתן לקלוט אלומה צרה יותר ובאיכות טובה יותר מאלה הרגילות של 8 מ׳. הצלחת נקראת ע״ש JANES GREGORY, מתמטיקאי סקוטי שבמאה ה־17 פיתח שיטה לראייה טלסקופית משופרת.



*ציור מס׳ 5: אנטנת רשת בגובה 3.5 מטר*

# מספר היבטים טכניים של א״צ וקליטה בטלויזיה ביתית מהלוויין

מערכות א״צ מותאמות לתנאים שונים: בתים פרטיים, בית משותף, בית מלון, שכונות מגורים, קיבוץ וכו׳. ניתן לחבר את מערכות הקליטה לאנטנה המרכזית של הבית או למספר אנטנות מרכזיות של בתים סמוכים.

כל מערכת מיועדת לקליטת שידורי לוויין מסויים. בדרך כלל, מספר הערוצים שניתן לקלוט על־ידי מערכת אחת אינו מוגבל, בתנאי שכולם משודרים באמצעות לוויין אחד.

קיימות גם מערכות מודולריות שניתן להרחיבן בכל שיתווספו ערוצים נוספים ללווין, או להסב אותן לקליטת שידורי לוויינים אחרים המשדרים בתדר זהה.

ציוד הקליטה מורכב מאנטנת צלחת (א״צ), ציוד המרה וציוד הגברה. בקליטה ישירה מהלוויין תחום התדרים מאד גבוה ומחייב הגברה רצינית של האות הנקלט, כיוון שעוצמת האות המגיע מהלוויין נמוכה יחסית. מבחינה כספית, הכי משתלם לקבלת הגברה גדולה להשתמש במשושות פראבוליות.

הגברה של א״צ תלוייה בכמה גורמים:

- שטח הקליטה שבא במגע עם האותות מהלוויין;
- תכנון מדוייק של ה׳זן׳ (FEED HORN, OR FOCAL POINT ANTENNA);

המשושה קולטת אנרגיה משודרת על כל שטח המגע שלה, מרכזת ומחזירה את כל האנרגיה הזאת לנקודה המרכזת. הזן ׳רואה׳ את המשושה לפי התכונות המיוחדות שלה ובהתאם לאיכות התיכנון.

- שטח הקליטה של המשושה צריך להיות מעובד היטב, כיוון שחוסר דיוק גורם לירידת האיכות.
- הזן צריך להיות בעל פס תדרים מספיק רחב (BROADBAND) כדי לכסות את כל תחום התדרים המשודר ע״י הלוויין, זאת אומרת שהאנטנה צריכה לעבוד היטב בכל תחום התדרים שעבורם היא מיועדת.

האנטנות יכולות להיות בנויות מחומרים כגון:

– פיברגלס (בארץ מייצרת אנטנות כאלה חב׳ ׳פנורמה׳).

– מתכת (אנטנות יבוא מחו״ל המשווקות ע״י חברות שונות, כמו ׳אמפא׳, ׳סיגנל׳ ועוד).

המשושות יכולות להיות משטח שלם או בצורת ׳MESH׳ או ׳WIRE SCREEN׳ (רשת).

הא״צ צריכה להיות מכוונת בדיוק מול הלווין המיועד. האות הנקלט ע״י הא״צ מרוכז ב־׳זן׳ (FEEDHORN), מועבר למגבר רעש כמו (LOW – LNA NOISE AMPLIFIER). תפקידו של ממיר התדר הוא להוריד את התדר מתחום ה־GHZ ל־IF (IN-TERMEDIATE FREQUENCY). יש גם ה־MIXER שמשלב את האות הנקלט מהלוויין עם אות המתקבל ממקלט הטלביזיה לבחירת הערוץ.

כדי להבטיח קליטה נאותה של תמונות, צבע ושמע עבור ערוץ אחד של TV מהלוויין, התדר במרכז האזור הקליטה צריך להיות 70 מה״צ.

לאחר שהאות עובר הגברה חדשה, הוא מסונן ומופרד לאות נשמע ואות חוזי (וידיאו), מאופנן ומועבר למקלט הטלביזיה.

נוסף לחלקים אלה, קיימים עוד פונקציות. כמו: קוטביות (POLARIFERS). האותות המשודרים באמצעות הלוויין, נשלחים ע״י אנטנה הנמצאת על הלוויין, בצורה קוטבית, אנכית ואפקית.

עבור קליטה טובה, ה־LNA צריך להיות מכוון באותה צורה, אנכית או אפקית, המתאימה לזאת של הטרנספונדר שבלוויין, אחרת או שאין קליטה בכלל או שהקליטה גרועה מאד. ניתן לסדר את הקוטביות של ה־LNA בצורה ידנית, מכנית, או אוטומטית־אלקטרונית.

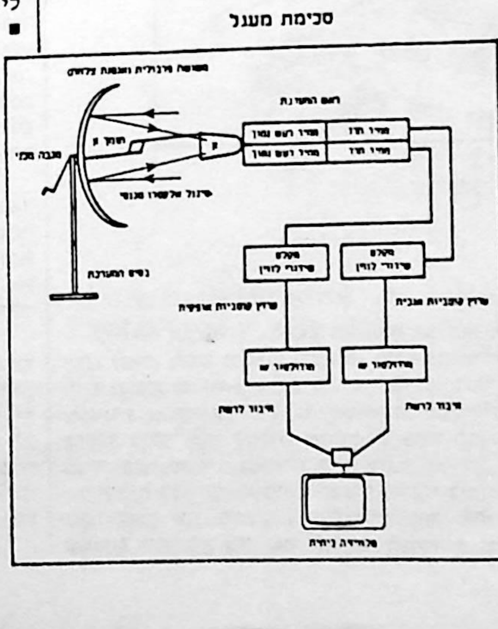
אפשר להתקין שני LNA בנקודת ריכוז הקליטה (FOCAL POINT) של הא״צ ובזה לקלוט את הטרנספונדרים של שני הקטבים.

הגוף המתכתי התומך בא״צ, מהווה חלק חשוב, מכיוון שכל כובד האנטנה נופל עליו והוא צריך להבטיח גם קלות בעת מעקב אחרי מיקום הלוויין.

מיקום הלוויין בחלל ניתן להגדרה בשתי קואורדינטות: הגבהה (ELEVATION) וצידוד (AZIMUTH) (ציור מס׳ 4).

ההגבהה היא זווית הגובה שבה הא״צ ׳מסתכלת׳ אל הלוויין, בעת שהצידוד הוא הזווית כלפי הצפון של האנטנה.

**סכימת מעגל**



*ציור מס׳ 6: סכימת מעגל אלקטרוני של אנטנת צלחת*

# התפתחויות בעולם ובארץ שקידמו את פיתוח הקליטה מלוויני תקשורת

**בעולם**

המימשל האמריקאי החליט לאפשר לחברות פרטיות להיכנס לתחרות הוגנת בתחום לווייני התקשורת הבינלאומית. תחום זה היה במשך 20 שנה מונופול של ׳INTELSAT׳. חמש חברות כבר הגישו מועמדות לשגר לווייני תקשורת:

– ORION SATELLITE CORPORATIN, עבור שני לוויינים מעל האוקיאנוס האטלנטי, עבור שידורים עסקיים.

– CYGNUS, עם פרוייקט ל־DIRECT BROADEAST DBS CHANNNELS.

– RCA, INTERNATINAL SATELLITE ו־PAN AMERICAN SATELLITE גם הן הגישו מועמדותן.

החברות הנ״ל תצטרכנה לתאם מבחינה טכנית עם חב׳ INTELSAT וכמו־כן לא לפגוע באינטרסים שלה. ההחלטה האמריקאית באה לתמוך גם בשידור הלווינים האזוריים (כמו ENTE-LSAT ו־ISRAELI CONSORTIUM) וגם מערכות לוויינים פרטיות (כמו LUXEMBURG CORONET PROJECT).

הופעת הלוויין ARABSAT באזורינו גם היא מעוררת התעניינות בקליטה מהלווין.

**בארץ**

בישראל השימוש בא״צ הולך ומתרחב ואנו צועדים בעקבות ארה״ב ואירופה, שם טכניקה זו תופסת מקום חשוב כבר מזמן. להתרחבות השימוש יש מספר גורמים מסייעים:

הקמת חברה־בת של משרד התקשורת וחברת ׳בזק אפיקי תקשורת בע״מ׳ המשווקת תקשורת לווינית פנים־ארצית באמצעות הלווין INTELSAT V. האלומה של לווין זה היא כמעט אנכית על ישראל ולכן מאפשרת תקשורת נתונים מהירה וזולה.

בחודש אוקטובר 86 חברת יבמ ביחד עם חברת ׳בזק׳ הקימו אנטנת צלחת באולם הכניסה של בית יבמ בת״א. אנטנה בביתן חב׳ ׳בזק׳ בתערוכה שבכנס איל״א בבנייני־האומה בירושלים (27–29/10/86) איפשרה קליטת גרפיקה ברזולוציה טובה ונתונים של 64,000 ס״ש, באמצעות תקשורת לויינית פנים ארצי.

חקיקה בתהליך הכנה (עם מיפרטים טכניים לבטיחות חשמלית ומכנית) ע״י משרד התקשורת עבור א״צ בקוטר עד כ־4 מ׳.

כל אלה ואחרים מעידים על מיפנה בתקשורת המתקדמת בארץ וראשיתו של עידן חדש, בו יש לצופה חופש בחירה בין שפע של שידורים מקבילים, כתוצאה משילוב חיובי בין חוק וטכנולוגיה ■



## לוויני תקשורת — החוליה המקשרת בין קצוות העולם

# קולות מן החלל

*מערכות לוויינים לצרכי טלקומוניקציה מציעות יתרונות רבים למשתמשים בהם: חיסכון בזמן, חיסכון בדלק ובנסיעות ארוכות טווח, נגישות לאבזרי חינוך אור־קוליים באזורים מרוחקים ועוד.*

לוויין תקשורת הוא, למעשה, תחנת ממסר בחלל. אותות נשלחים אל הלוויין בעזרת אנטנות קרקעיות והוא מגביר את האותות ומשדר אותם בחזרה לנקודה אחרת בכדור הארץ. עוצמתם של לוויינים טמונה ביכולתם לנהל תנועה "כבדה" של אותות ולהעביר אותם כמעט לכל נקודה. שלושה לוויינים יכולים לכסות את רובו של האזור המיושב של כדור הארץ.

בתחילה, מילאו לווייני התקשורת תפקיד פסיבי במערך התקשורת העולמי. כיום, הולך תפקידם של הלוויינים ומשתנה לכיוון של השתתפות פעילה. העברה של פונקציות עיבוד נתונים מן הקרקע אל הלוויין עצמו יכולה לאפשר שילוב מוצלח יותר של תחנות המימסר החלליות ברשתות תקשורת. כך ניתן יהיה לכוון את אנטנת הלוויין באופן עצמאי ולהפריד בין תשדורות אל ומן הלוויין כדי לשפר את איכות התשדורות ולהגדיל את הכמות המועברת בכל ערוץ. לוויין עצמאי יוכל לנהל את ניתוב השדרים בעצמו ולחלק את העומס בצורה מאוזנת יותר מאשר לוויין הנשלט מן הקרקע. לבד מפעילות עיבוד נתונים, עתידים לוויינים להכיל פונקציות נוספות, כגון אגירת נתונים, החיסתם ותלוקתם בהתאם לדרישות הרשת.

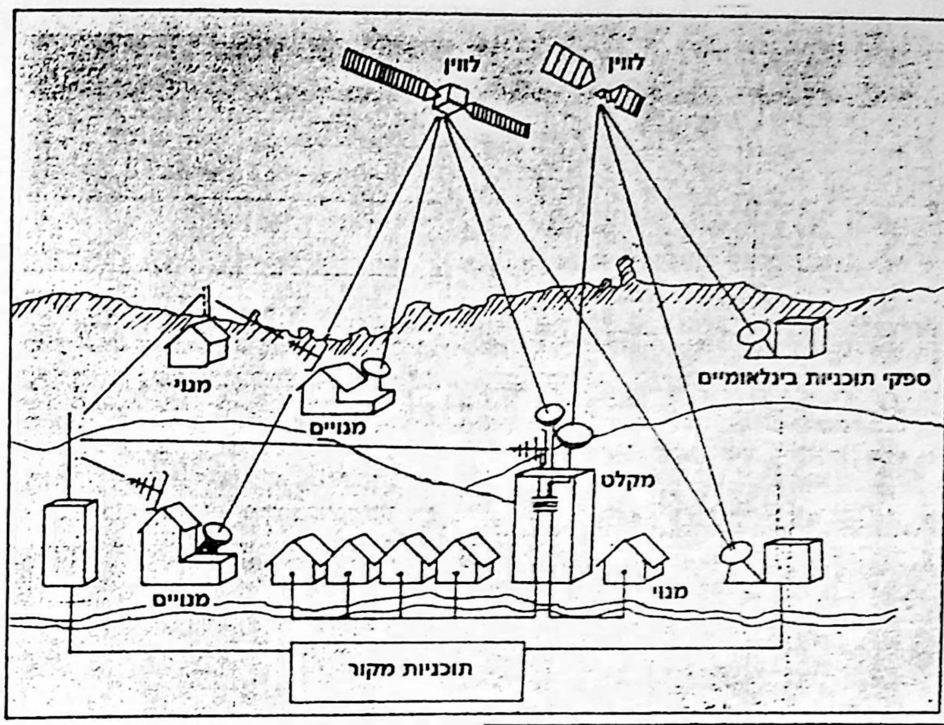
כמובן שהעברת מערכות עיבוד נתונים ושליטה מן הקרקע אל החלל יוצרת בעיות כגון משקל יתר, קשיים באחזקה שוטפת של הציוד, בעיות אמינות ועוד.

בתחילת שנות ה־60 התקבלו הלוויינים כאמצעי ליצירת קשר עם אזורים נידחים וחסרי תשתית תקשורתית. מחירם היה אדיר והטכנולוגיה שיושמה בייצורם עוד היתה בחיתולים. לאחר שהתברר כי לווייני תקשורת יכולים למלא תפקיד חיוני בקישור נקודות מרוחקות לצרכי המדינות המתועשות, ירד מחירם ונוצרה תחרות בין לוויינים לשיטות קישור אחרות כגון כבלים תת־מימיים.

השימוש בלווייני תקשורת איפשר העברת משדרי טלוויזיה חיים מקצה העולם לקצהו האחר. גם מערכת הטלפונים לשיחות ארוכות טווח עברה מתלות במערכת כבלים לשיתוף פעולה עם לווייני תקשורת. חברת COMSAT שיגרה ארבעה דורות של לווייני תקשורת במשך 6 שנים. הלוויין הראשון — אינטלסאט I שוגר בשנת 1965 והכיל 240 ערוצי קול. בשנת 1986 שוגר אינטלסאט 6 והוא כבר הכיל 33,000 ערוצי קול ושני ערוצי טלוויזיה סימולטניים.

לוויין התקשורת המקומי הראשון שוגר בקנדה בשנת 1972. הלוויין שכונה ANIK (אח באסקימואית) נועד לסייע ביצירת קשר עם אנשי צפון קנדה. הוא העביר שיחות וטלפון ומשדרי טלוויזיה במחירים זולים מאלה של הרשתות שקדמו לה.

לאור הצלחתו של אניק החליטה הרשות האמריקנית הפדרלית לתקשורת (FCC) לעודד פיתוח לוויינים בתעשייה הפרטית. מדיניות זו זכתה בכינוי "מדיניות השמים הפתוחים". בשנת 1974 שיגרה חברת וסטרן יוניון שני לווייני תקשורת מקומיים — הראשונים בשורה ארוכה של לווייני תקשורת. שוב הוכחה בעליל עליונותו של הלוויין על־פני רשתות תקשורת




איור מס׳ 1 — שילוב של לוויני תקשורת, טלוויזיה בכבלים ואנטנות גג.

יבשתיות, גם במחיר וגם באיכות.

התפתחות השימוש בלוויינים הובילה למסקנה שככל שהלווין גדול יותר ומכיל יותר ערוצי תקשורת, כן מוזל מחירה של כל שיחה בעזרת ערוצים אלה. מסקנה נוספת בעלת משמעות היתה, שכדי לנצל את ערוצי התקשורת הרבים של לווין גדול כדאי להשתמש בו לניתוב שיחות מקומיות ולא רק לצרכים של שיחות טרנס־יבשתיות.

כיום ניתן לנצל את לווין התקשורת גם להעברה חד־כיוונית של תשדירי טלוויזיה או להעברה דו־כיוונית של תקשורת מחשבים. אנטנות השידור של לוויינים היו גדולות ויקרות ואנטנות הקליטה זולות וקטנות. כך למשל חברת מיתק המשדרת מוסיקת רקע לאלפי בתי עסק בארה״ב תיכננה הצבת אנטנות קליטה קטנות על גגות לקוחותיה ושידור מרוכז של המוסיקה שלה אל כל הצרכנים בעת ובעונה אחת. כאשר נעשה שימוש בלוויינים קטנים וחלשים יותר, ניתן להשתמש בתחנות מימסר והגברה קרקעיות, אשר יקלטו את שידורי הלווין, יגבירו אותם ויעבירו אותם לבתי מנויים.

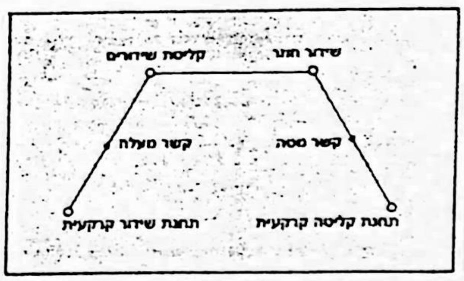
הלווין, אם כן, הוא יותר מסתם ״כבל בשמים״: אות הנשלח מעלה אל הלווין, מוחזר, בעוצמה מתאימה, כלפי מטה לכל נקודה רצויה בשטח רחב.

אבל בדיוק כמו ברשת טלפונים, על מנת שלוויני תקשורת יהיו רב־שימושיים, עליהם לאפשר לכל מנוי להתקשר לכל מנוי אחר ברשת, מכל מקום לכל מקום ובכל עת. לשם כך חייבים למעשה להפוך את הלווין למערכת מיתוג או מרכזת מעופפת. זה לא היה הפתרון שנוהג בעבר. אבל אין ספק שבעתיד ירתפו

בחלל לוויני תקשורת שיהיו בעצמם מרכזיות דיגיטליות משוכללות.

אם בתחילה שימשו לוויני תקשורת להעברת שיחות טלפון ותוכניות טלוויזיה, התפתחות הטכנולוגיה מאפשרת כיום העברת שדרים בין מחשבים. כיוון ההתפתחות של לוויני תקשורת כיום יוביל להעברה דיגיטלית של תנועת תקשורת טלפונית, טלוויזיונית ומחשבית כאחד.

שיחות טלפוניות דיגיטליות דורשות מהירות שידור של 64 ק״ב/שניה. העברת תשדירי



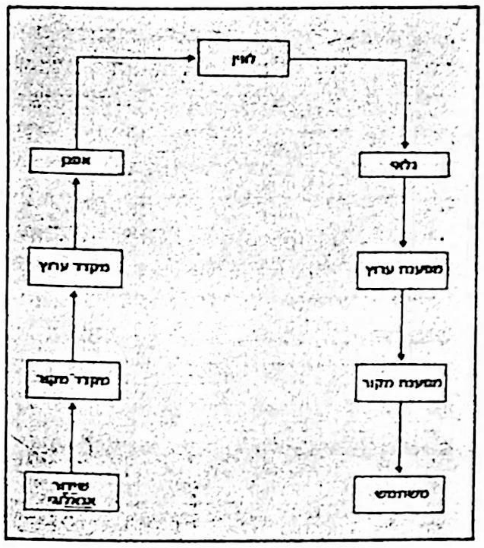

איור מס׳ 2 — מערכת חיבור דיגיטלית ללוויני תקשורת ללא תחנות קרקע.

טלוויזיה דיגיטליים נעשית במהירויות שבין 40 ל־92.5 מ״ב/שניה. כמות נכבדה של נתונים יכולה להישלח במהירויות שידור כאלה, ולכן העברת שיחות טלפון (איטית יותר) נראת יקרה בהשוואה להעברת מידע דיגיטלי אחר. מחירו של ערוץ קול ירד מאוד בעשור האחרון. מ־23,000 דולר לערוץ בלווין אינטלסאט II ל־200 דולר באינטלסאט V, בעוד שאורך החיים של המערכות גדל מ־1.5 שנים ל־10 שנים. מחירה

של תחנת קרקע נפל עוד יותר ממחיר הציוד החללי.

קיים יחס חלופי בין עלות הלווין לעלות תחנת הקרקע. אם הלווין מצוייד באנטנה גדולה ובעלת עוצמת שידור, הוא יכול להשתמש בתחנות קרקע צנועות וקטנות יותר. אבל עלות נמוכה של תחנת קרקע אינה בהכרח עלות נמוכה של ערוץ, מאחר ותחנה קטנה תכיל בדרך כלל מספר קטן יותר של ערוצים.

אם לוויינים משתמשים במספר גדול של תחנות קרקע קטנות, הארכיטקטורה הכוללת של המערכת, אשר מאפשרת למספר רב של תחנות להשתמש בשירותי הלווין היא בעלת חשיבות מירבית.



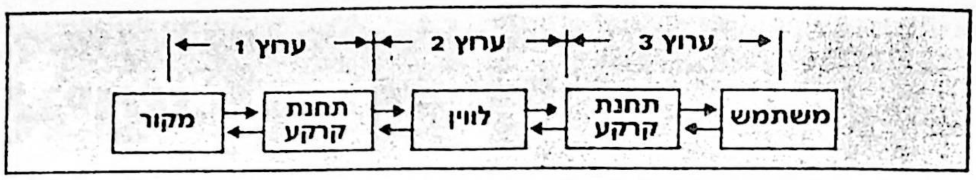

איור מס׳ 3 — מערכת חיבור דיגיטלית ללווין תקשורת.

לוויני התקשורת המתפקדים כיום נכללים במספר קטגוריות, כגון לוויינים לתקשורת בין־יבשתית, לוויינים לתקשורת מקומית, לוויני תקשורת לטלוויזיה, לוויני מחקר, לוויני ניווט ועוד.

## לוויינים, ערוצים וחיבורים

חיבור מספק נתיב שידור מושלם מן המשדר אל האות הנקלט. שרטוט מספר 2 מתאר מערכת סכמתית של חיבור ללווין דיגיטלי ללא הרשת הקרקעית. כפי שניתן לראות, כמו תחנות מימסר למיקרוגל עם מגדלי אנטנות קרקעיות, הלווין קולט אותות בתדר מוגבר, משנה את התדר ומשדר אותם בחזרה לקרקע.

ההבדל העיקרי בין שתי המערכות הוא בכך שבעוד שהמרחק הממוצע בין ממסרי מיקרוגל קרקעיים הוא כ־50 ק״מ, המרחק אל לווין התקשורת הוא כ־40,000 ק״מ. עוצמתו של אות רדיו נחלשת ביחס ישר לריבוע המרחק שהוא עובר, כך שהאות המגיע אל הלווין הוא חלש מאוד. מאמצי מחקר רבים מושקעים במטרה להתגבר על בעיה זו. כמו־כן, בדומה למימסר




איור מס׳ 4 — מערכת ערוצים בתקשורת לווינים.

מיקרוגל קרקעי, הלווין חייב להשתמש בתדרים שונים לצרכי שידור וקליטה, אחרת האות המשודר מן הלווין יפריע לאות החלש המגיע אליו.

הציוד, הקולט את אות הרדיו בלווין, מגביר את עוצמתו, משנה את התדר ומשדר אותו נקרא טרנספונדר. איור מס׳ 3 מראה מערכת חיבור ללווין תקשורת דיגיטלי.

תדרים המשמשים לחיבור עם לווינים מוגשים בצורה הבאה: 20/30GHZ ,12/14GHZ 4/6GHZ. הספרה הראשונה בתצוגה מתייהסת לחיבור מן הלווין לתחנת הקרקע והשניה לחיבור מן הקרקע ללווין. רוב הלווינים משתמשים בתדרי UHF (תדירות אולטרה גבוהה) 300-30000MHZ ו־SHF (תדירות סופר־גבוהה). לווינים מסחריים משתמשים בעיקר בתדר המכונה — C, 4/6GHZ. ריבוי השימוש בתדרים אלה גרם להפרעות של תחנות מיקרוגל קרקעיות.

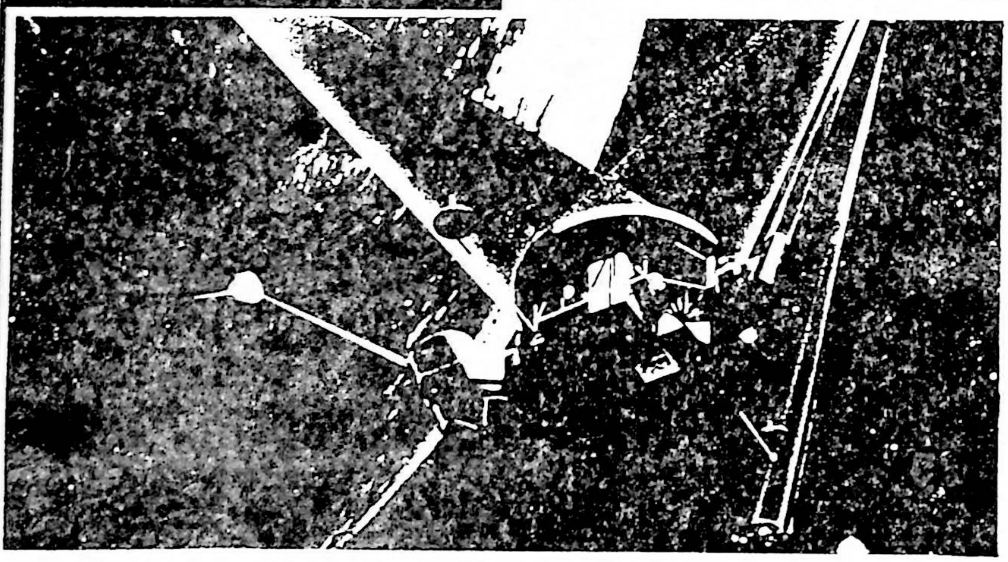
כדי להתגבר על בעיה זו, תוכנן הדור החדש לפעולה ברצועה 12/14GHZ.

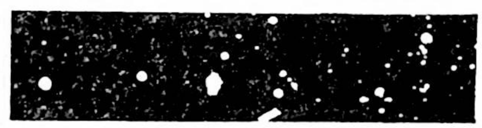
## ערוצי שידור

ערוצי תקשורת מוגדרים בשלבים שונים של הרשת בהתאם לתפקודם בערוצי קלט או פלט, אנלוגי דיגיטלי וכו׳. ברוב מערכות לוויני התקשורת קיים רצף שידור של אות רדיו, לכן הערוץ בין מידמים הוא ערוץ מתמשך גלי. מספר מערכות לווינים משתמשות בשיטת פולסים. איכות הערוץ תלויה בסוג הלווין, צורת המודולציה של האות, מהירות השידור, שיטות לאיתור שגיאות ועוד.

בישראל הוקמה חברה בת של משרד התקשורת וחברת בזק הנקראת אפיק תקשורת בע״מ. חברה זו משווקת שירותי תקשורת פנים־ארצית באמצעות הלווין אינטלסאט V.

הקמת רשתות של טלוויזיה בכבלים ושימוש בצלחות גג פותחות אופקים חדשים לקליטה ישירה מלוויני תקשורת (איור מס׳ 1 נותן דוגמה לשילוב בין המרכיבים הפועלים ברשת כזאת). התפתחות השימוש בסיבים אופטיים מביאה לצורך בשיקולים חוזרים של כדאיות בשימוש בין לווינים לסיבים אופטיים. ימים יגידו. ►





### פלא־פון לא פלא, אלא רדיו טלפון סלולרי (תאי)

# פלא־פון — טלפון העתיד בזמן הווה

***התיקשורת הסלולרית תופסת מקום רחב יותר ויותר בארץ ובעולם. מול ביקוש־גובר בשוק לקווי טלפון, שבחלקו הגדול לא נענה, נראים הפלא־פון והמהירות בה ניתן להתקינו, כפלא אמיתי.***

צפוי שמערכות תיקשורת סלולריות יתפתחו בעתיד הקרוב מעבר למקובל היום — רדיו טלפון נייד — ויאפשרו מספר שירותים נוספים, כגון: תיבת דואר אלקטרונית, העברת נתונים, טקסט ושירותים אחרים.

המפתח לכל ההתפתחויות האלו נמצא בטכנולוגיות שמחירן יורד, ובגידול בקיבול הערוצים.

## קצת הסטוריה

הטלפון הנייד הראשון, הופיע בערך 25 שנה לאחר הופעתו של מכשיר הרדיו הנייד הראשון, בסביבות שנת 1946. למרות שלפעמים משתמשים במונח "רדיו נייד" במקום "טלפון נייד", קיימים הבדלים משמעותיים:

הטלפון הנייד משתמש בתדרים שונים עבור שידור וקליטה ועובד בדו כיווניות מושלמת (FULL-DUPLEX), בעוד שהרדיו הנייד משתמש באותו תדר בשיטה החד־כיוונית (SIMPLEX) או בתדרים שתים בשיטת הכיווניות למחצה (HALF-DUPLEX).

הטלפון הנייד קשור ישירות לרשת הטלפון ומסוגל ליזום ולגמור שיחה, כאשר התשלום עבור השיחה מתייחס ישירות למיספר הטלפון הנייד.

כאשר הרדיו הנייד קשור לרשת הטלפון, הקשר מתקיים באמצעות מצמד אקוסטי לקו טלפוני והתשלום מתייחס לקו הטלפון.

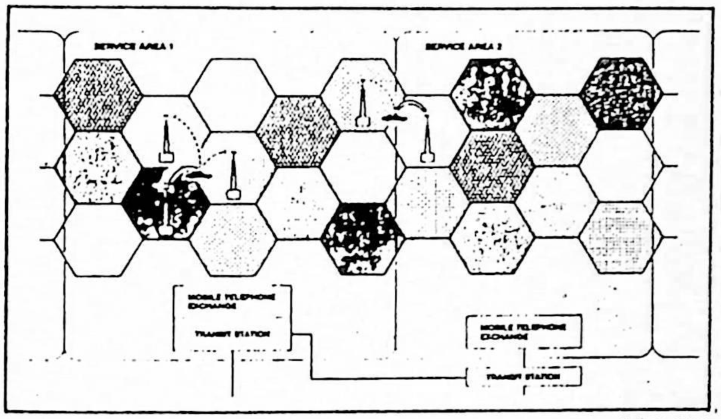
***מגבלות אחרות: אין אפשרות להשתמש במכשירים אלה בתחבורה תת־קרקעית או באזורים צפופים, בהם יש תעבורה גדולה של אוטובוסים או משאיות. קיימת גם בעיה של זמינות וסודיות.***

הבעיה העיקרית בטלפון נייד רגיל היא, שתחום התדרים מוגבל. הרדיו הנייד, לעומת זאת, משתמש בתדרים אקראיים או בתדרים של שירותי תיקשורת רדיו. בשל כך, ההתחלה היתה צנועה והוקצאו תדרים רק למספר קטן של משתמשים.

הדרישה לטלפון נייד קיימת, מפני שעסקים מסויימים זקוקים לשירות כזה באופן מיוחד. בשל כך התפתחה התיקשורת הנקראת "סלולרית" (CELLULAR) או "תאית". תיקשורת זאת מהווה תפיסה שונה לגמרי לגבי טלפון ציבורי נייד (ציור מס' 1). השם "סלולרית" בא בגלל הדמיון בין מבנה המרכיבים האזוריים לתאים בכוורת דבורים.

הבסיס לתיקשורת סלולרית הוא שידור בהספק נמוך, המשרת מאות אלפי מנויים, בשימוש חוזר של תדרים זהים באזורים לא צמודים.

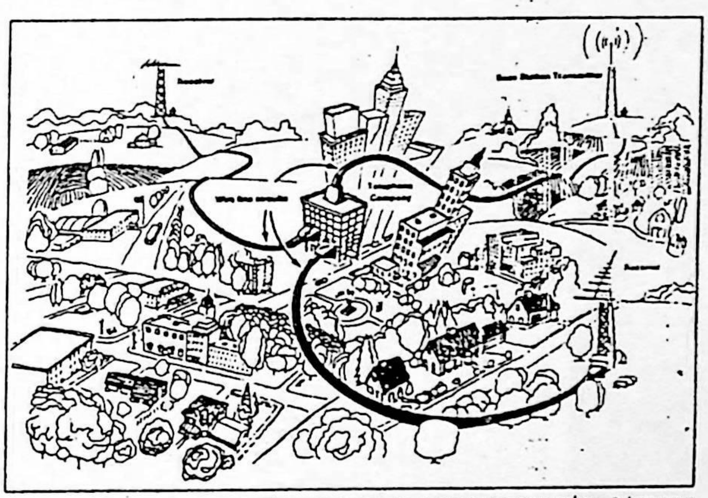
המנויים של הרשת הסלולרית, מחוברים באמצעות מימשקים לרשת הטלפון הציבורית.




**ציור מס' 1**

בקרה מתחכמת ומיתוג, מאפשרים המשכיות בקשר כשהמכונית עוברת מתא אחד לתא אחר. ב־1978, בארה"ב, ניכנס לפעולה באופן ניסיוני הטלפון התאי; מאז, חלה התפתחות גדולה בתחום זה.

הגידול המשמעותי בשימוש בטלפון הנייד, תלוי בבניית מכשיר טלפון קטן וקל, שיהיה באמת נייד, בדומה למחשבי־כיס.



**ציור מס' 2 : קלטי הצבעה מפוזרים במספר מקומות לשיפור הכיסוי האיזורי.**

## טלפון נייד קונבנציונאלי

לפי הדוגמה האמריקנית, 44 ערוצים מחולקים לשירות הציבורי הנייד, בשלושה תחומים:

44 — 35 מגהרץ.
158 — 152 מגהרץ.
512 — 454 מגהרץ.

כיסוי בכל שלושת התחומים הוא בעיקר בקו אוורי עם תדרים נמוכים המשרתים שטח רחב יותר. בתנאי התפשטות מסויימים, בתחום התדרים של 35 מגהרץ, הכיסוי הוא כל־כך רחב, שכלי רכב בתנועה יכולים להתקשר עם תחנות בלתי רצויות בטווחים של מאות קילומטרים.

כדי למנוע הצלבה, ניתנים הערוצים לשימוש חוזר רק בין תחנות שהמרחק ביניהן 100 עד 500 קילומטר

אזור בעל שירות טלפון נייד, מורכב ממשדר מרכזי שהספק השידור שלו הוא כ־100 ווט. בגלל הבדלים בהספק השידור בין רכב נע ובין המשדר המרכזי, כדי לשפר את הכיסוי, יש צורך להתקין לפעמים במיספר מקומות, מקלטים, הנקראים "מקלטי הצבעה" (ציור מס' 2).

תפקידם למדוד היחס בין אות לרעש ולבחור את זה שיש לו את האות הטוב ביותר.

קיימים מספר ערוצי רדיו בכל אזור כיסוי. ציוד מיוחד יכול למתג בין הערוצים באותם פסי תדרים, אבל לא־יכול לבצע זאת בין פסי תדרים שונים.

לציוד טלפוני נייד מודרני, קיים מוקד בקרה המאפשר מיתוג בין טלפון נייד סלולרי. לטלפון נייד קונבנציונאלי. ב־1964, ATCT שיפרה את השירות והכניסה את IMTS (IMPROVED MOBILE TELEPHONE SERVICE), שבעזרתו ניתן למצוא ערוץ פנוי באופן אוטומאטי. נעלם השירות הידני ליצירת קשר בין מכוניות נעות, או בין מכונית נעה לתחנה המרכזית.

## טלפון נייד סלולרי (תאי)

בשיטה הזאת שופרו כמה מהבעיות שצויינו לעיל.

1. שטח הכיסוי מחולק בצורת משושים (ציור מס' 3).

2. בתאים סמוכים, התדרים אינם מוכפלים, דבר המונע הצלבה בין תדרי שידור של תחנות סמוכות.

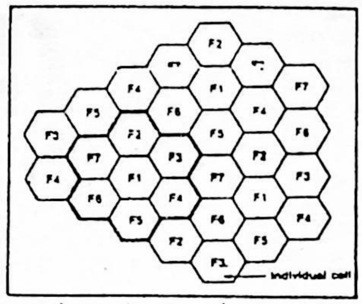
3. בתוך שטח הכיסוי, התדר הנושא יכול לעשות שימוש חוזר, בעזרת BUFFER בין תאים העובדים באותו פס תדרים.

4. טכניקה זאת מגדילה באופן משמעותי את מספר הערוצים הניתנים לשימוש, לעומת טלפון נייד קונבנציונאלי, שבו תדר מסויים ניתן לשימוש רק פעם אחת בלבד בשטח הכיסוי.

הוועדה הפדרלית לתיקשורת בארה"ב, הקציבה 666 תדרים, מזה 333 מוקצבים לנושאים קוויים ו־333 לנושאים לא־קוויים.

312 תדרים משמשים להעברת דיבור ונתונים, ל־21 עבור בקרה בכל פס תדרים. תחום התדרים שהוקצב על ידי הוועדה

הוא 845 ÷ 825 מגהרץ 890 ÷ 870 מגהרץ (התחום הראשון מיועד לחברות טלפון, והשני לחברות אחרות).




**ציור מס׳ 3 : חלוקה "כוורתית" של שטח הכיסוי**

בארה״ב יש כעת הצעה לחלק 12 מגהרץ נוספים באופן שווה בין קבוצות השירות הנ״ל. בציור מס׳ 4 ניתנת דוגמה לחלוקה תאית.

המספר והגודל של כל תא ותא, תלויים בשיקולי החברה לפי צרכי כיסוי אופטימליים, עלות וקיבול השיחות בתוך האזור. לשיקולים אלה אין ביטוי בחוק ה־FCC.

היחידות הנעות יכולות לבחור בין 312 ערוצי דיבור. הן הנ״ל מצויידות ביחידות לוגיות ממוחשבות, מסוגלות לענות לקריאות הניכנסות ולזוז לכיוון ערוץ הרדיו הנמצא בבקרת תחנת השירות.

לכל תא יש משדר, מקלט וציוד בקרה. אחד או יותר מתדרי התא מיועדים לקריאה ולבקרה.

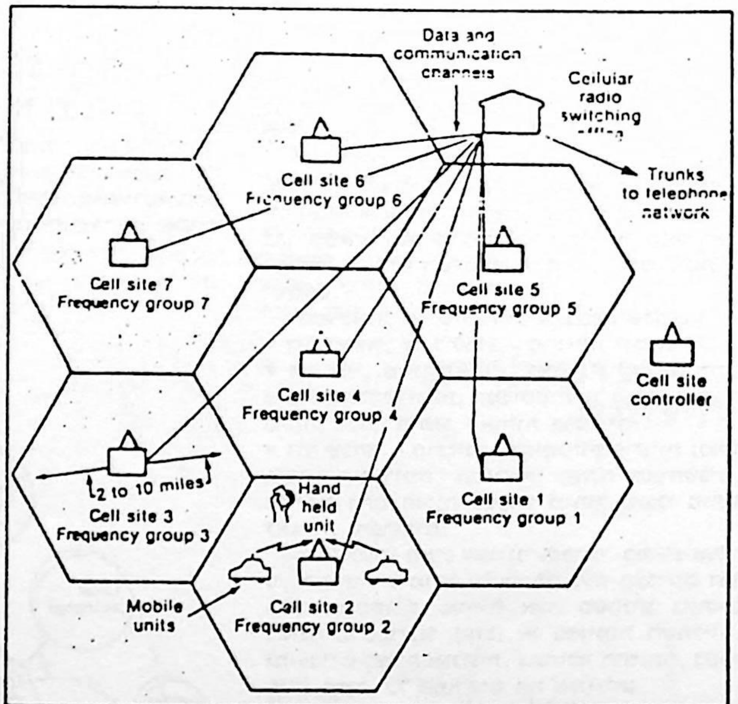
ושני מקלטים עבור כל ערוץ. צורת המשושה נבחרה במקום הצורה הטבעית, מפני שקל יותר לכסות כך את השטח, והגבולות אינם מדוייקים.

אנטנות כיווניות מאפשרות את עריכת הצורה של התא. אבל ההחלטה במה שנוגע למיתוג רכב מאיזור אחד לתא הסמוך, נעשית על ידי הבקר על סמך יחס אות לרעש המתקבל מהבקר שבתא. ההעברה בין התאים היא מהירה ומיידית, והמשתמש כמעט, ולא מרגיש בה (כ־0.2 שניות). לגבי הדיבור אין להפסקה קצרה זו כל השפעה, אולם בהעברת נתונים עלול הדבר לגרום לשגיאות.

***המקלט־משדר הנמצא במכונית, הוא ציוד מתוחכם, המסוגל להבחין בין 666 ערוצים.***

ניתן לספק 128 ערוצים לכל תא, אבל באופן מעשי משתמשים רק ב־70 ערוצים או פחות. מספר המשתמשים בכל תא תלוי בעומס השיחות.

קיבול התא לא יכול לעבור את המקסימום, כך שכאשר יש תנועה גדולה יותר מהקיבול הזה, אפשר לחלק את התא לתת־איזורים שמספריהם בין 2 ל־6 עם שימוש חוזר של התדרים בתוך התא.




**ציור מס׳ 4 : דוגמא לחלוקה תאית**

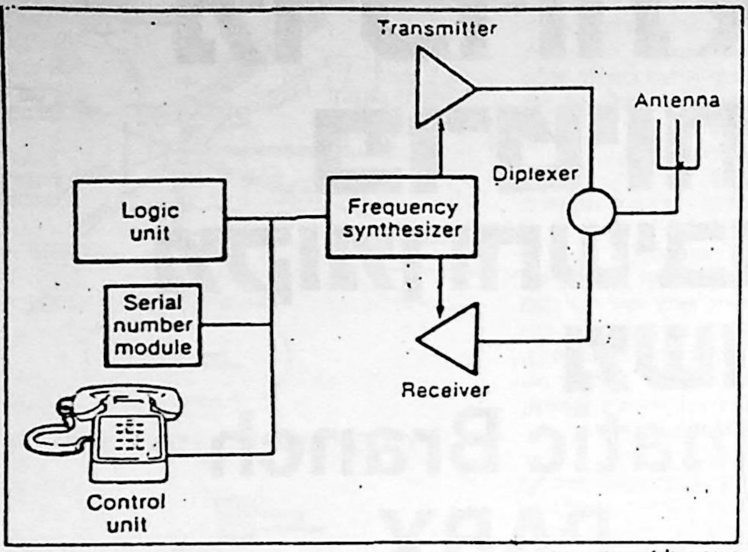
עבור השיחות הנכנסות והיוצאות, מקציב הבקר ערוץ בתוך היחידה הנעה, במטרה להזיז אותו אל התדר הקרוב.

קיים מרכז אלקטרוני, שתפקידו למתג אוטומית את התדר, כשהמכונית עוזבת תא מסויים ונכנסת לתא סמוך.

חלק תאי מורכב ממשדר רדיו אחד,

בשיטה זו אפשר להשתמש גם באיזורים של הרים, מים, ומיכשולים אחרים, העלולים לשבש את הקשר. את ההצלבה ניתן למנוע על ידי שימוש באנטנות מכוונות.

אפשר להגדיל את קיבול התא, בעזרת חלוקת התא מהגודל ההתחלתי לתאים




**ציור מס׳ 6 : הציוד ביחידת הנע**

קטנים יותר (ציור מס׳ 5). שיטה אחרת להגדלת קיבול התא, היא "השאלת" ערוצים בלתי שימושיים בתא סמוך.

ה־CRSO, הוא מתג סיפרתי, והשאיפה של יצרני השירות היא להבטיח לרדיו התאית את אותן התכונות שיש לטלפונים רגילים. ה־CRSO קשור בקווים להעברת נתונים עבור בקרה ובארבעה תיילים עבור העברת דיבור. כאשר מתקבלת קריאה מרכב נע, ה־C.S.C מאחסן את הסיביות המחריגות ומעביר אותן על קו הנתונים.

ה־CRSO מאחסן את הסיביות המחרייגות וממתג את הקריאה לרשת הטלפון.

כשיש קריאות בין רכב נע לרכב נע, או בין טלפון רגיל לרכב נע, ה־CRSO מחפש בעזרת שדר את הרכב שעבורו מיועדת הקריאה.

ה־CRSO מקבל דיווחים מה — CSC על עוצמת האותות של כל היחידות הנעות בשטח כיסוי מסויים, ובהתאם לכך מהליט איזה תא מתאים יותר לשרת את היחידה. ה־CRSO גם אוסף נתונים סטאטיסטיים, כדי לספק מידע על הצורך בהגדלת קיבול התא.

המקלט־משדר הנמצא במכונית, הוא ציוד מתוחכם המסוגל להבחין בין 666 ערוצים בתוך אותו אזור, ולהבדיל בינם ובין המשדר/מקלט הקונבנציונאלי, המשתמש בגביש אחד לקביעת התדר של ערוץ מסויים. המקלט־משדר — תאי הוא מהיר תדר, זאת אומרת: משתמשים במעגלים המייצרים תדרים סופיים מתדר ייחוס.

בציור מס׳ 6 מתוארת דיאגרמה מלבנית של הציוד המצוי ביחידת הנע. המשדר והמקלט מחוברים לאנטנה בעזרת מכשיר המפריד בין שני כיווני שידור, כך שהמשדר לא יחזיר אותות למקלט שלו. את תדרי שידור וקליטה מספקים מעגלים המבוקרים על ידי יחידה לוגית.

החלק המתוחכם ביותר על יחידת הנע, הוא הציוד הלוגי. תפקידו ליצור קשר עם ה־C.S, להבחין ולענות לקריאות הנכנסות, לבחור ערוץ רדיו מתאים לשיחה ולהזיזה מתא לתא, בהתאם לתדר החזק יותר, כמו־

כן הוא מפקח על היחידה הלוגית בעזרת יחידת בקרה מורכבת וחלקים אחרים.

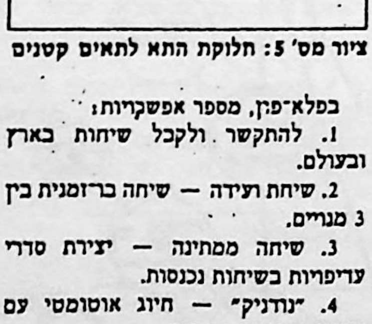
## המצב בארץ

גם בארץ, נכנס לפעולה שירות רדיו טלפון תאי. שמו המיסחרי הוא "פלא־פון" והוא מופעל ומשווק על ידי חברות מטורולה, תדיראן ובזק.

היישום הראשון התבצע באיזור שיש בו צפיפות גדולה של טלפונים ועסקים. כעת נמצאים בשימוש 10 תאים: 2 בחיפה; 2 בין חיפה לת״א; 3 בת״א; 2 בירושלים; 1 בין ת״א לירושלים. מספר המנויים היום הוא כ־1500 ויש ציפיות למספר גדול יותר.

המחיר לשימוש יומי הוא 6.5 ש״ח.

מחירו של הפלא־פון 5300 ש״ח + מע״מ. עבור פלא־פון נייח יש להוסיף 680 ש״ח בגלל ספק הכוח.



**ציור מס׳ 5: חלוקת התא לתאים קטנים**

בפלא־פון, מספר אפשרויות:

1. להתקשר ולקבל שיחות בארץ ובעולם.
2. שיחת ועידה — שיחה ברזמנית בין 3 מנויים.
3. שיחה ממתינה — יצירת סדרי עדיפויות בשיחות נכנסות.
4. "נודניק" — חיוג אוטומטי עם המספר המבוקש תפוס.
5. מספרים שונים בזיכרון תוך כדי שיחה בעזרת הקשה על לוח המתגים.

# מרכזיות אוטומטיות פרטיות (מא"פ)

## מקומן וחשיבותן בתקשורת משולבת

## Private Automatic Branch Exchange – PABX

כתוצאה מהתפתחות המחשבים והצורך ליצירת תקשורת ביניהם, הופיעו שירותים חדשים ודרישות חדשות לרשתות התקשורת. הגישה העכשווית היא ליצור רשתות תקשורת ספרתיות לשירותים משולבים (ISDN – Integrated Serices Digital Networks).

קיימות מספר גישות לבניית רשתות כאלה:

1. פיתוח רשת טלפון קיימת.
2. בניית רשת־על וקישור עם רשת הטלפון הקיימת.
3. רשתות נפרדות. לכל אחת מהן יש יתרונות וחסרונות.

קיימות גם בעיות מערכתיות: ארגונים שלהם מספר רב של מחשבים/מסופים (בין 100 ל־10,000 ויותר) – האם הם יכולים להסתמך על הרשתות הציבוריות (שהן בצורה בסיסית כוכביות – Star), ולהמשיך להתפתח טכנולוגית בצורה חסכונית ?

אחת התשובות לשאלה זו היא 'מרכזת אוטומטית פרטית' – מא־פ. המא־פ הוא אמצעי תקשורת פנים־ארגוני בשטח גיאוגרפי מוגבל, מקושר לרשת חיצונית של מספר רב של משתמשי ציוד קצה מתוך ארגון מסויים, מבלי הצורך שכל ציוד יהיה מותאם בנפרד לרשת החיצונית. המא־פ הוא גם פתרון יעיל לגישה למאגרי מידע משותפים (shared resources) עבור ארגונים שונים.

המאמר דן במרכזיות אוטומטיות פרטיות, מקומן וחשיבותן בתקשורת מודרנית בכלל, ובמשרד הממוחשב בפרט.

### *מקומן של מא"פ ברשתות תקשורת*

רשתות תקשורת ממותגות מורכבות מתמסורת, מיתוג, בקרה, אחסון (storage), וציוד קצה (כגון טלפון) (ציור 1). מרכזיות מיתוג מאפשרות ביזור המערכת. האותות מועברים מהמשדר אל הקולט לפי מיעון מסויים. המרכזת ממענת ומבזרת את האותות.

הרשת, כפי שצויין בציור 1, מכילה מספר רבדים בעלי תפקידים שונים.

ברמת המנוי, כל המנויים מחוברים למרכזת הטלפון הקרובה, באמצעות קווים נפרדים. לרשת צורת כוכב (star network).

כדי לחסוך בקווים ובציוד תקשורת משתמשים במרכזיות פרטיות. (ממחקרים שונים עולה שקיימים כ־675 מליון מנויי טלפון בעולם ועבורם כ־275 אלף מרכזיות ציבוריות וכ־24 מליון מא־פ.)

מא־פ מורכב מארבעה חלקים: מיתוג, עורקים, בקרה ותחנת עבודה. מעגלי המיתוג והעורקים הם לב־לבו של הציוד. בנוסף קיימים מעגלי חיוג, אותות קריאה, ועוד.

המא־פים מחברים ציוד טלפון, מעבדי תמלילים ונתונים, מכשירי פקסימיליה, מצלמות וידאו איטיות (slow-scan video) – לרשתות ציבוריות או פרטיות. בכך המא־פ הוא מרכיב מרכזי במשרד הממוחשב ובניהול כל סוגי תשדורות: דיבור, נתונים, תמונות וטקסט.

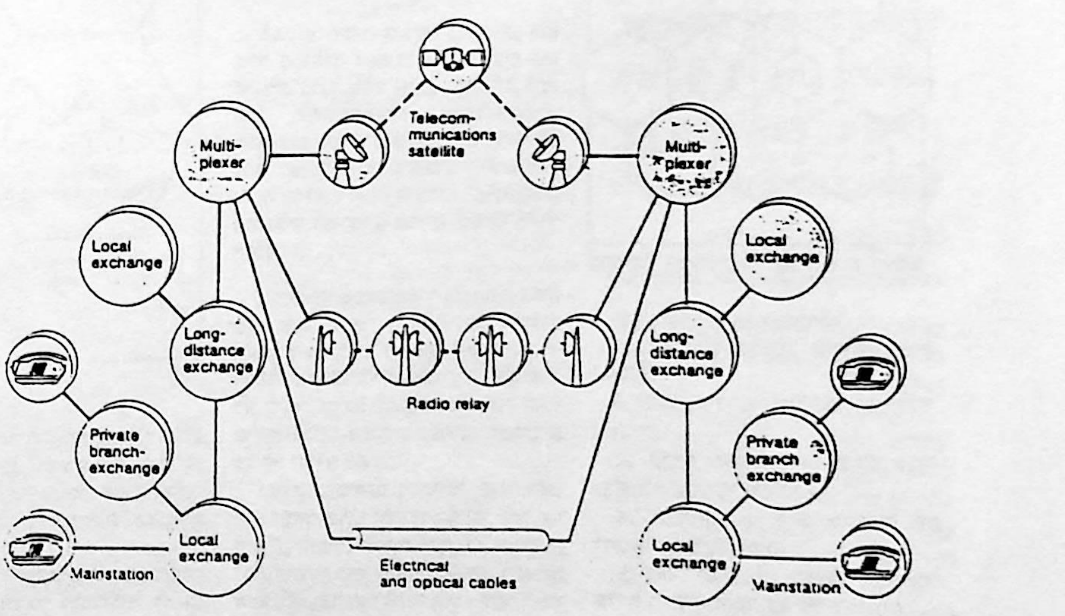
המרכזיות הפרטיות הופיעו בכמה שלבים:

- דור ראשון, עד ל־1960 – מרכזיות ידניות.
- דור שני, משנת 1960 – מרכזיות (אוטומטיות) פרטיות אלקטרוניות, המבוססות על תוכנה לבקרה וניהול מעגלי מיתוג, לאותות אנלוגיים.
- דור שלישי – מרכזיות אוטומטיות פרטיות נכנסו בשנים האחרונות. המא־פים האלה ממוחשבים, וקיימת בהם תוכנה לבקרה וניהול מעגלי מיתוג לאותות סיפרתיים.

ניתן לסווג מא־פ לאנלוגי וספרתי. במא־פ אנלוגי, האותות שומרים על צורתם בעת העברתם דרך ערוץ התקשורת. אותות אלה משתנים בהתאם לשינויים שבדיבור (קול) או בפעימות חשמליות, ומועברים בצורה אנלוגית. בתחילת הופעתם, בשנת 1974 בערך, כל המא־פים היו אנלוגיים.

מא־פים אנלוגיים חדישים יותר, הופכים אותות דיבור לפעימות שתנופתן משתנה ביחס לשינויים בדגימות האות. שיטה זאת ידועה בשם 'אפנון תנופת הפעימה', (Pulsc Amplitude Modulation – PAM) עבור מיתוג יעיל, משתמשים בריבוב בחלוקת־זמן (Time Division Multiplexing TDM) לצורכי תמסורת, וזה מאפשר למא־פ להיות מבוקר מחשב ומבוסס על מוליכים למחצה.

כמו־כן, מא־פ אנלוגי, משתמש במיתוג בחלוקת־זמן, ובזה, עבור כל התקשרות יש צורך במעגל פיזי שנוצר בהתחלת ההתקשרות ומתקיים עד לסיום ורק אז המעגל הפיזי מתפנה עבור התקשרויות אחרות.




ציור 1 : רשת טלפון כללית

במא״פ ספרתי, ממירים את האותות האנלוגיים בעזרת אפנון לפעימות בינאריות. האותות עוברים בצורה בינארית דרך המרכזת ומאופננים חזרה (demodulation) ביציאתם מהמרכזת, כדי להמשיך את דרכם דרך רשת הטלפון הציבורית, שרובה אנלוגית.

המערכות החדישות מבוססות על תקשורת ספרתית באפנון פעימה מקודד (PCM – Pulse Code Modulation) או סיבים אופטיים, והן מסוגלות להעביר ישירות פעימות בינריות מהמא״פ, ללא אפנון. במובן הזה, מרכזת ספרתית, לעומת אנלוגית, מתייחסת אך ורק לשיטת הפעולה של המיתוג (Switching Matrix).

שיטות אפנון ספרתיות מאופיינות בכך שלכל הפעימות יש אותה תנופה, והמא״פ צריך רק להבחין בקיום או אי־קיום של פעימה. מספר רץ של פעימות במרחבי זמן רצופים, מגדירים את תנופת הקול.

אות ספרתי מקבל מספר מוגבל של ערכים, בפרק זמן מסויים. אין צורך בהגברת האות בתמסורת, אבל יש צורך במדידתו, קביעת ערכו ויצירת אות חדש, זהה לישן, ולהיפטר מרעשים שנוצרים במערכת.

סדרה ראשונה של מא״פ הופיעה ב־1973/74, והציוד היה מיועד למיתוג דיבור (כתפקיד משנה אפשר היה לבצע גם מיתוג נתונים).

הסדרה השנייה (1980/81) כבר היתה מיועדת בעיקר למיתוג נתונים, אבל היתה מסוגלת גם להעביר במשולב דיבור ונתונים.

מא״פ ספרתי מכיל דגימה (sampling) ומעבד כל אות אנלוגי לסיביות בינריות, כך שהתוצאה היא פעימות ספרתיות.

אין להתייחס למרכזיות ספרתיות כאל מרכזיות פרטיות לנתונים (Data PBX). האחרונות הן מתגים מיוחדים לנתונים, ולא לדיבור. לא קיימים כאן אותות אנלוגיים ואין צורך ב־digitization process (תהליך להמרה ספרתית).

למא״פ ספרתי יש אותן אפשרויות כמו לאנלוגי ואפילו יותר – מיתוג של כל האותות הספרתיים עד ל־64 א״ב/שנייה עבור דיבור, תמלילים, דואר אלקטרוני, וידאוטקס, ועידות־וידאו, וכו׳.

אם ברמת המשתמש ממירים את אותות הדיבור האנלוגיים לספרתיים (digitizing voice), אזי תחנת העבודה של המשתמש יכולה לשלב דיבור, נתונים ותמונות כבר מההתחלה.

בשלבי פיתוח נמצאים פרוטוקולים, קודים וממיר מהירויות.

באמצעות רשת ספרתית עם מיתוג ספרתי ותחנות עבודה ספרתיות – דיבור, נתונים, טקסטים ותמונות יכולים להיות משולבים, לצורכי תמסורת וליצירת ׳תקשורת משולבת׳ – במלוא מובן המלה.

## התחברות לרשת חיצונית

בציור מס׳ 2, ניתן לראות שכדי לחסוך במשאבים – מודמים, קווים, צמתים, מבואות, וכו׳ – אפשר להשתמש בתוך ארגון מסויים, במרכזת מיתוג ואיגוד (Concentration and Switching Point – CSP), המאפשרת לא רק גישה מרוכזת למשתמשי הרשת בארגון, אלא גם מיתוג פנימי בין המשתמשים עצמם, אם הם מחשבים, מסופים או טלפונים.

קיימות שלוש גישות לפתרון הנושא:

1) הגישה האירופאית – מא״פ.
2) הגישה האמריקאית: רת״מ – רשתות תקשורת מקומיות.
3) הגישה המשלבת את שני הפתרונות.

בכל הגישות האלה, נוסף לבעיית גישה לרשת החיצונית, קיימת בעיית חיוג פנים ישיר: (– DID Direct Inward Dialling). הבעיה הזאת מתבטאת בזה שהרשת החיצונית תהיה מסוגלת ליצור מספרי חיוג, כך שיוכלו לאתר את הנמען המחובר למרכזת (או CSP). יש להניח שקיים תיאום בין הרשת החיצונית, לתוכנית המיספור הפנימי של הארגון.

התחברות של מא״פ לרשת החיצונית:

מא״פ ממתג את הדיבור כך שכשמשתמשים בהעברת נתונים באותו הערוץ ורוחב־פס של הדיבור (כמו במקרים שמשתמשים במודמים), המא״פ מסוגל למתג את הנתונים האלה.

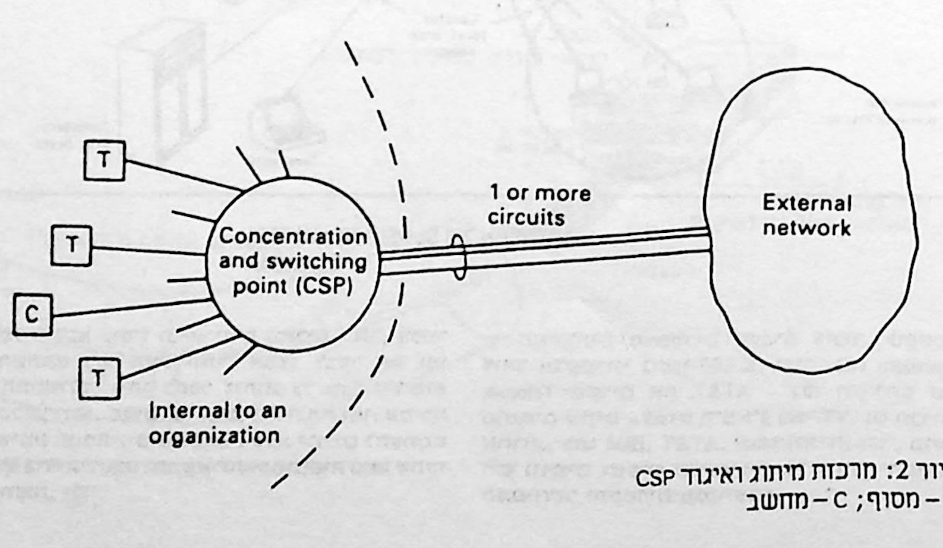
מיעון הנמען ניתן לביצוע ידני – כשמשתמשים בטלפון לפני המיתוג אל המודם, או כשלמסוף יש יחידת חיוג אוטומטית, המאפשרת מיעון האותות ללא התערבות ידנית.

עבור חיוג פנים, ניתן להשתמש במודמים במרחק מוגבל או להשתמש בשיטות אחרות, כגון דיבור־מעל־נתונים (voice-over-data).

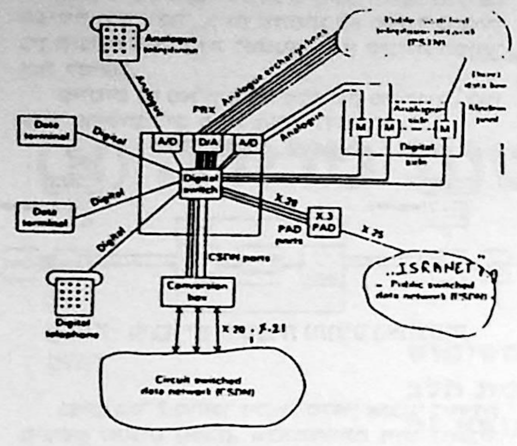
כשמשתמשים במא״פ ספרתי, יש צורך במימשקים מתאימים להתחברות לרשת (הציבורית) החיצונית, עבור חיוג נכנס ויוצא להעברת נתונים. למימשקים אלה צריך מספר מבואות (ports) המאפשרים חיבור.

בציור מס׳ 3 מופיעה דוגמה של מימשקים כאלה. גישה לרשת מיתוג מנות ציבורית, לדוגמה רשת ׳ישראנת׳, מבוססת פרוטוקול X.25 באמצעות X.3 PAD (Packet Assembly Disassembly) ופרוטוקול X.28; מימשקים X.20 או X.21 עבור קשר לרשת נתונים במיתוג מעגלים; מודמים כדי להתחבר לרשת הטלפון הציבורית.

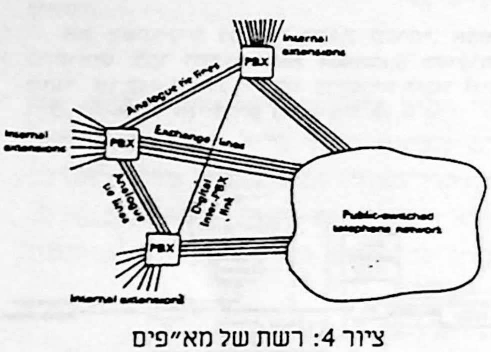
התחברות ספרתית חיצונית אחרת הינה קשר בין מא״פים השייכים לאותו יצרן. קשר כזה יכול להגיע ל־2 מ״ב/שנייה, לאגד 30 ערוצים של 64 א״ב/שנייה כל אחד וליצור רשת של מא״פים, כפי שמתואר בציור מס׳ 4.




ציור 2: מרכזת מיתוג ואיגוד CSP
T – מסוף; C – מחשב




ציור 3: מימשקים בין רשתות מא״פ

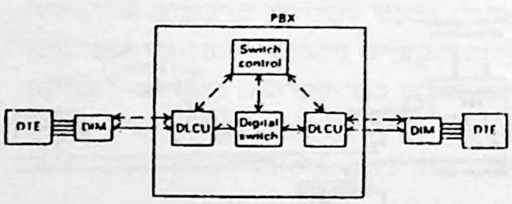



ציור 4: רשת של מא״פים

## ניהול הנתונים על ידי מא״פ

בדרך כלל יש צורך בתוספת יחידה הנקראת ׳מימשק נתונים׳ (DTE – Data Termianal Equipment), לכל שלוחה של ציוד קצה להעברת נתונים (– DIM Data Interface Module) כמו V.24 לדוגמה.

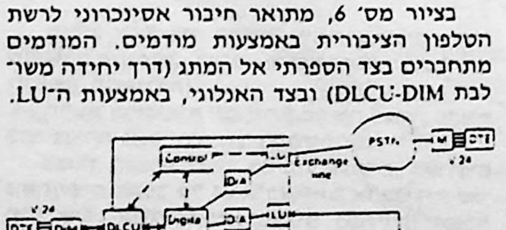
גם בצד המא״פ יש צורך בציוד נוסף, הנקרא ׳יחידת בקרה של קו נתונים׳ (DLCU – Data Line Control Unit) (ציור מס׳ 5).




ציור 5: תמיכה של מא״פ בתנועת הנתונים

סוגי ציוד אלה תלויים בין היתר במספר הזוגות עבור השלוחות ואם קיים או לא גם מכשיר טלפון בצד ה־DTE ו־DIM. אם מחובר גם מכשיר טלפון, יש צורך ביחידה נוספת הנקראת ׳יחידת קו־טלפון׳ (LU – Line Unit).

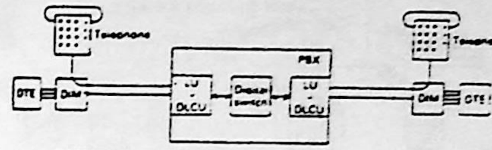
בציור מס׳ 6, מתואר חיבור אסינכרוני לרשת הטלפון הציבורית באמצעות מודמים. המודמים מתחברים בצד הספרתי אל המתג (דרך יחידה משולבת DLCU-DIM) ובצד האנלוגי, באמצעות ה־LU.




ציור 6: טיפול בקריאות חיצוניות ע״י מא״פ

במקרה של העברת נתונים סינכרוניים, מועדפת השיטה ה'שקופה', כיוון שהמתג לא מסוגל להבחין בין סיביות המיועדות לנתונים, ובין סיביות המיועדות למיעון.

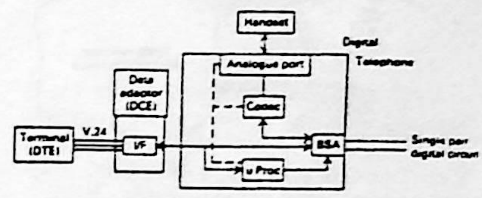
קיימים גם מא"פים עם שכלולים מיוחדים, כגון עבור פרוטוקולים מסוג SNA, לדוגמה.




ציור 7: חיבורים להעברת נתונים באמצעות טלפון

בציור מס' 7 מחובר מכשיר טלפון אנלוגי ליחידת ממשק נתונים (DIM), שבאמצעותה ניתן להעביר דיבור או ליצור קשר לפני העברתם של הנתונים, בצורה סינכרונית, במהירות נמוכה יחסית ודו־כיוונית.

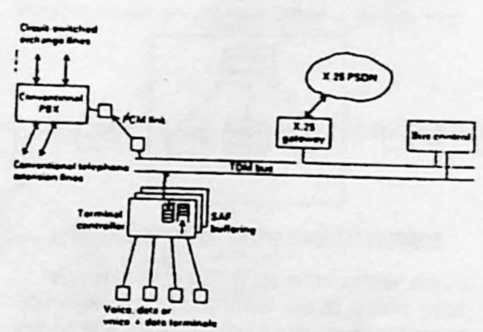
אם משתמשים במכשיר טלפון ספרתי, אפשר להתייחס לקו השלוחה(extension line) כסיפרתי טהור. קו כזה מסוגל להעביר בו־זמנית דיבור ונתונים, על אותו זוג תילים (ציור מס' 8).




ציור 8: טלפון ספרתי עם מתאם נתונים

המא"פים החדישים ביותר יכולים לתמוך גם במיתוג מעגלים וגם במיתוג בשיטת אחסן־ושלח, שהיא שיטה בחלוקה דינמית של רוחב־פס העומד לרשות המשתמש לפי הצורך, אם זה דיבור או נתונים, בו זמנית או ברציפות.

המערכת מסוגלת לנתב את הדיבור דרך רשת טלפון מבוססת מיתוג־מעגלים, ולהעביר את הנתונים באופן דו־כיווני, דרך רשת העברת נתונים מבוססת אחסן־ושלח (ציור מס' 9).




ציור 9: תמיכה של מא"פ ב־SAF במיתוג מעגלים

שילוב כזה בין מרכזת מיתוג מעגלים ורשת תקשורת מקומית – רת"מ – שייכת לקבוצה השלישית (הגישה המשולבת).

הרשת המקומית שבציור 9 מהירה מאוד, פועלת כקו־צבירה (bus) ובריבוב בחלוקת־זמן.

לצורך העברת דיבור במיתוג מעגלים, הערוצים משתמשים בקצב של 64 א"ב/שנייה או כפולות שלמות שלו. עבור העברת נתונים במהירות וכמות גבוהה (burst) באמצעות SFA בערוצים ניתן להשתמש בהתאם לצורך (dynamically).

כפי שמתואר בציור 9, מסופי נתונים, דיבור ושילוב של נתונים ודיבור, מתחברים לקו הצבירה, באמצעות בקרים (controllers) בחיבור כוכבי.

שלוחות אלו משתמשות בשני זוגות תילי טלפון, ב־1.5 מ"ב/שנייה.

הבקרים מתפקדים כמאגדים מול תעבורה דרך המעגלים הממותגים וכאחסון מול התעבורה ברשתות מבוססות אחסן־ושלח.

קו הצבירה מייצר קשר ספרתי עם מא"פ, לצורך תעבורה במיתוג מעגלים, דרך אפיקים מאופננים בפעימה מקודדת (PCM – Pulse Code Modulation).

עבור הקשר עם רשת מיתוג־המנות X.25, קו הצבירה מתחבר באמצעות פרוזדור (gateway) כדי להעביר נתונים בשיטת אחסן־ושלח.

שירותים נוספים אפשר להפיק מקו־הצבירה, כגון: מסרים של דיבור (voice message). המסרים הנובעים מהמרת קול לפעימות ספרתיות (digitized voice) מאוחסנים ומועברים בזמן המתאים לנמענים.

בשילוב של מא"פ ורת"מ אפשר להבטיח למשתמש גם מיתוג־מעגלי מבוסס על ערוצים של 64 א"ב/שנייה וגם אחסן־ושלח במיתוג מנות בפרוטוקול X.25, עבור תקשורת למרחקים.

כמו־כן, בו־זמנית, קיימת אפשרות למיתוג פנים ארגוני, עבור מיתוג מעגלים שמא"פ מאפשר וגם אחסן־ושלח במהירויות עד ל־10 מ"ב/שנייה, שקו הצבירה מאפשר.

במקום קו צבירה, ניתן להשתמש גם בטופולוגיות אחרות.

## חשיבותם של המא"פים

למרות שהמא"פים קיימים מספר שנים, לאחרונה החלה התפתחות מואצת שלהם, בעיקר באירופה. במקומם של מתגים הקודמים – ממסרים או crossbar – משתמשים עכשיו במתגים מבוססי מחשבים ותוכנה המאפשרת ריבוי ושיפור בשירותים והכנסת שירותים חדשים.

מא"פים יכולים לחסוך בהוצאות, בשימוש יעיל יותר בקווי הטלפון. התקשרויות יכולות להתבצע בשעות ללא עומס ובתעריפים נמוכים יותר; אפשר להשתמש בקו הזול יותר; אפשר לבקר את זמן ההתקשרות. ניתן לקבל דוחות על מצב השימוש בטלפון: זמן, מקום, מי התקשר ולכמה זמן; שמירת רשימת הממתינים להתקשר, שלא יכולים להשתמש בקו בהיותו תפוס והתקשרות אוטומטית ברגע שהקו התפנה, וכו'.

כמו־כן אפשר לתת עם מא"פ שירותים מתקדמים יותר: שילוב בין השירותים שמאפשרות חברות התקשורת המקומיות המתחברות לרשת, לדוגמה: רדיו התאית (Cellular Radio), ה'פלא־פון' בארץ, פקסימיליה, ועידות־וידאו, וכו'.

למא"פ תפקיד מכריע בעתיד המשרד הממוחשב ובתקשורת נתונים, והוא יהיה מרכז העצבים שלו, אך לשם כך נדרשות חומרה ותוכנה ברמה גבוהה.

ארגונים המעוניינים לייעל את התקשורת, יכולים להתחיל עם אחת מהשיטות ולהמשיך לפי הצורך, בשילוב או בשיטות שונות.

בפיתוח מואץ של מא"פ, בעיקר באירופה, אפשר לציין במיוחד חברות גדולות כמו: סימנס ופיליפס, בגלל ההתעניינות ההולכת וגוברת ברשתות ספרתיות לשירותים משולבים, (ISDN).

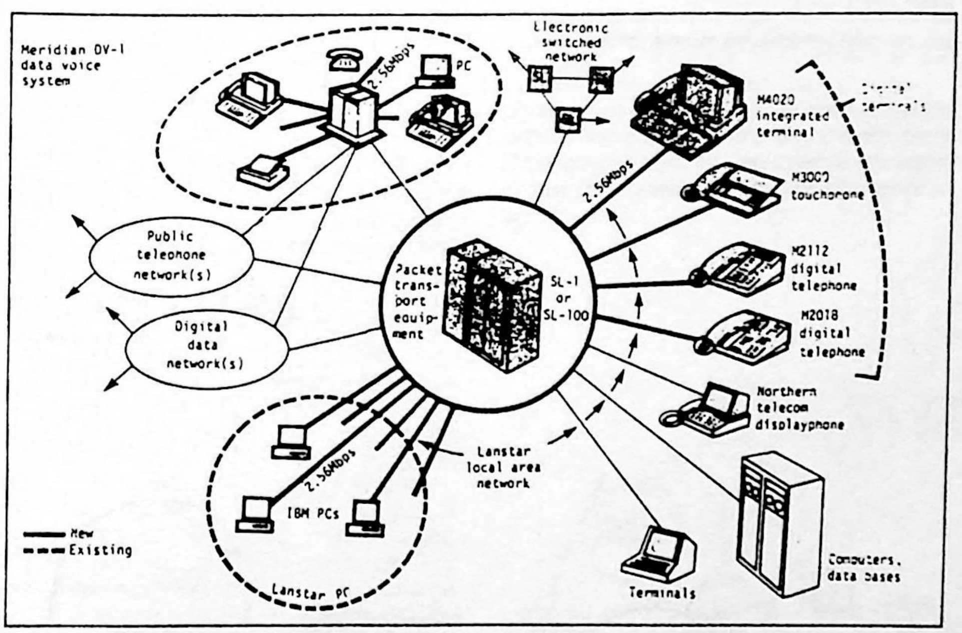
כך הופיעו המרכזיות האוטומטיות הפרטיות הראשונות, בסטנדרט עבור תמסורת של 2xB+D המאפשר לשני ערוצים B של 64 א"ב/שנייה לעבוד בו־זמנית על זוג תילים שזורים אחד ברשת טלפון, ביחד עם ערוץ D של 16 א"ב/שנייה עבור אותות (סה"כ 144 א"ב/שנייה).

המשמעות היא שקיימת אפשרות להעביר בו־זמנית דיבור, נתונים, טקסט ותמונות בין מסופים, באמצעות קו אחד, דו־כיווני.

יצרנים אחרים, כמו Northern Telecom, הגיעו אפילו ליותר: הם העבירו 512 א"ב/שנייה דרך זוג תילים שזורים אחד, אל המסוף. יותר מכך, בעזרת שני זוגות תילים שזורים, אפשר להגיע גם ל־2.5 מ"ב שנייה.

המוצר שלהם נקרא Meridian SL1/SL100 מסוגל לנהל מ־5000 עד 30,000 קווים, והוא שילוב של מא"פ וציוד הנקרא DV-1 עבור כ־100 משתמשים (ציור מס' 10), ביחד עם רת"מ Lanstar. ההרכב הזה, הופך את המא"פ לרשת תקשורת מקומית בצורת כוכב, המסוגלת להעביר 2.5 מ"ב/שנייה למרחקים עד ל־2000 רגל. קו־הצבירה הפנימי, מאפשר שימוש ברוחב־פס בצורה דינמית (בהתאם לצורך) עד ל־40 מ"ב/שנייה.

השירותים מאפשרים העברת דיבור, טקסט, דואר אלקטרוני בתקן X.400, ועוד. בזה Northern Telecom מקדים את AT&T – לפי הערכתם של מומחים שונים – בשוק ה"מא"פ בארה"ב. גם חברות אחרות, כמו IBM, AT&T, Mitel (קנדה) וכו', מהווים גורמים חזקים המשפיעים על פיתוח המשרד הממוחשב ותקשורת ממוחשבת.




ציור 10: SL1/SL100 של NORTHERN TELECOM

# תמסורת בסיבים אופטיים —
# תכונות ושיטות מדידה (א)

**ההתקדמות המהירה בטכנולוגיית התמסורת בסיבים אופטיים והשימוש ההולך וגובר בסיבים אופטיים ברשתות התקשורת, מצדיקים את תשומת הלב הניתנת לפיתוחן של טכניקות־מדידה מדויקות בשטח זה. מאחר שנושא זה חדש יחסית, לא הוקדשו לו עדיין מאמרים רבים. על־אף מגבלה זו נשתדל, במסגרת מאמר זה, לסכם את שיטות המדידה של התכונות האופייניות לסיבים האופטיים.**

נתחיל בתיאור קצר של מערכת התמסורת האופטית וכן בתיאור התכונות הפיסיות והמכניות המשפיעות על הפרמטרים החשמליים אותם יש למדוד.

**מערכת התמסורת האופטית**

הדרישה ההולכת וגוברת לאמצעי־תקשורת (במיוחד בארצות מתועשות) הוליכה לפתרונות חדשים כגון רשתות־טלפון רבות־תעבורה, מערכות העברת־נתונים, העברת תמונות על־ידי פקסימילה, ועידות טלויזיוניות, טלפון־חוזי וכן מערכות להעברת נתונים על מרקעי־טלויזיה (Viewdata) ועוד. כתוצאה מכל אלה, קיימות כיום ערים בהן אין עוד מקום להנחת קוים תת־קרקעיים והיה הכרח לחפש חליף לכבל המקובל.

באמצע שנות השישים של מאה זו כבר היה ברור שהעברת אותות בסיבי־זכוכית עשויה להוות תשובה לבעיה זו.

השיטה מבוססת על אפנון עצמתו של מקור־אור בהתאם לאות המידע החשמלי, כך שקרני האור משמשות כתוֶוך (Medium) להולכת המידע. סיב הזכוכית מתאים להולכת אותות אופטיים (קרני־אור) תוך שימוש בעקרון־תמסורת הזהה לתמסורת של גלים אלקטרו־מגנטיים דרך מנחה־גל (Wave-Guide) וזאת משום שגלי־אור הינם בעצם גלים אלקטרו־מגנטיים בתדר גבוה יותר.

הזכוכית ממנה עשוי הסיב האופטי הינה טהורה למדי אך איננה הומוגנית. מקדם שבירת האור גדול יותר בתוך הסיב מאשר על־פניו. האות (קרן־האור) הנכנס לסיב מולך לאורכו ובהגיעו לקצה־הסיב הוא מומר לאות חשמלי במתמר מתאים. לאפנון מקור האור ניתן להשתמש בשיטה ספרתית כדוגמת אפנון־הדופק־המקודד (PCM).

לתמסורת האופטית יתרונות רבים:

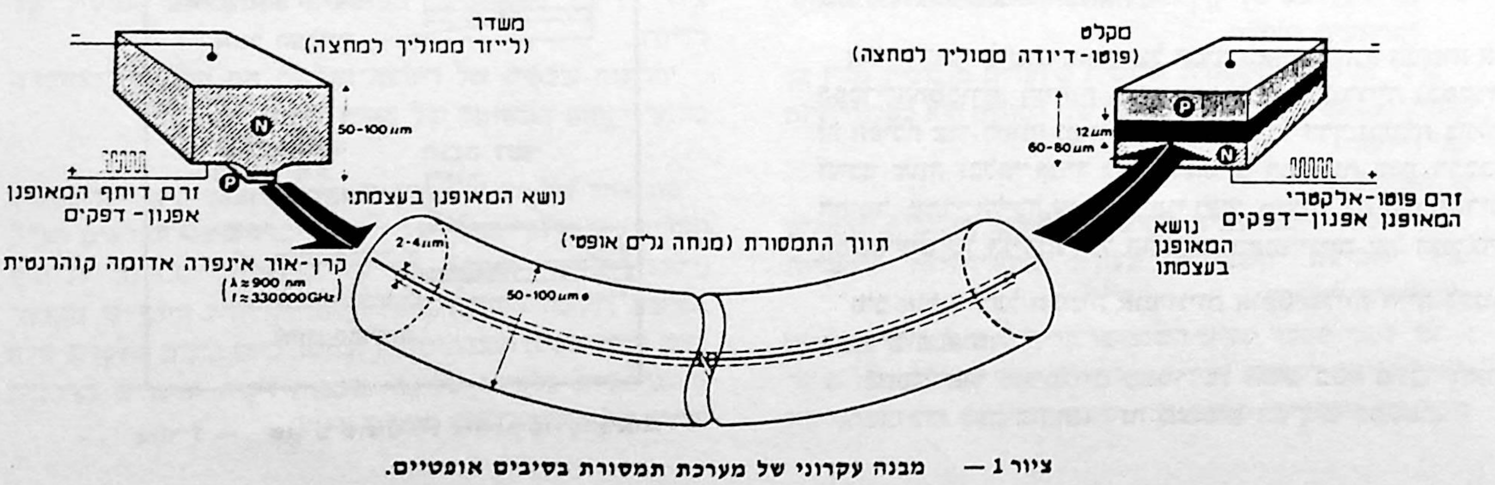
- קיבול המידע המועבר גדול מאוד.
- ממדי כבל הסיבים האופטיים קטנים מאוד.
- הכבל קל ואינו מושפע מהפרעות אלקטרו־מגנטיות כלשהן.

מרכיביה העיקריים של מערכת אופטית הם:

- המשדר (מקור־האור).
- התוֶוך המקשר בין המשדר והמקלט להעברת המידע.
- המקלט.

בציור 1 נראית מערכת אופטית בסיסית.

לאחר שנמצא הפתרון הטכני לשלושה מרכיבים אלה, היה עוד צורך להתגבר על שני קשיים נוספים — הפסדי האנרגייה והצימוד האופטי. כיום נמצאו כבר פתרונות מעשיים לטכניקה של הצימוד האופטי וחלה גם התקדמות ניכרת בייצור סיבים אופטיים בעלי מקדם־הפסד נמוך ביותר. למעשה נבנו כבר




**ציור 1 — מבנה עקרוני של מערכת תמסורת בסיבים אופטיים.**

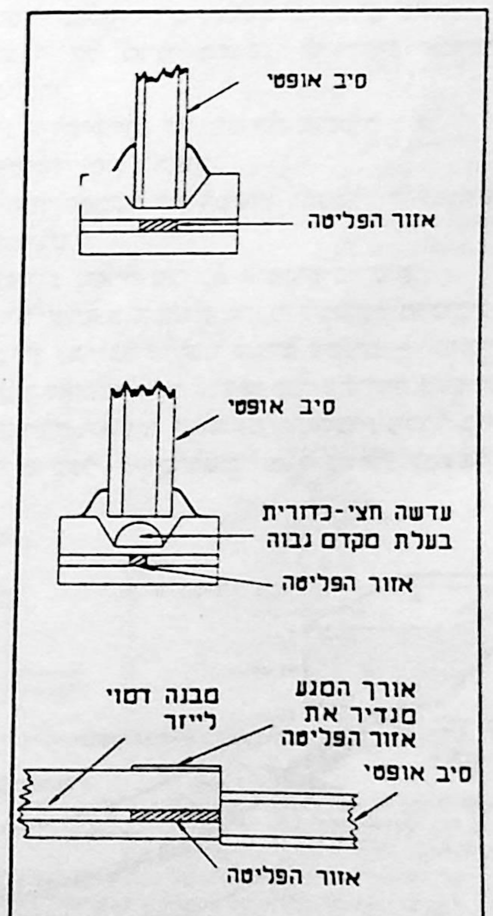
מערכות אופטיות עם סיבים בעלי הפסד של 4 ד״ב לק״מ, המצוידות במהדרים במרחקים שמעל 10 ק״מ.

מעבדות המחקר של חיל־הים האמריקני הודיעו לא מכבר על התחלה בפיתוח מרכיבים מוכללים למערכות אלקטרו־אופטיות, בהן מבקר אות אופטי אחד אות אחר. מחקרים אלה יוליכו ללא־ספק לייצור מהדר אופטי בתוך מעגל מוכלל. האות המשודר יוגבר ויחודש ישירות, ללא כל תהליך־ביניים של הפיכת האות האופטי לאות חשמלי ולהיפך, לצורך עיבודו. כתוצאה מכך יהיה המהדר קטן בממדיו ויפעל בפס תדרים רחב מאוד.

- **המשדר**

שורה שלמה של מקורות־אור פותחה כבר. בין הידועים ביותר, שהשימוש בהם רחב מאוד, אפשר למנות את הלייזרים הדידות הפולטות־אור (LED) כשהפליטה היא בתחום האינפרה־אדום, באורך גל בין 840 עד 900 ננו־מטר. אורך החיים הפעילים שלהם הוא בסדר־גודל של 50,000 שעות ומגיע אף ל־100,000 שעות.

קיימות מספר בעיות בשימוש בדידות הפולטות־אור (LED) כמקור־אור. האור הנפלט הינו בעל פיזור מסוים (יחסית לאור ממקור הלייזר) ומשום כך אינו מוצמד לסיב האופטי ביעילות, כך שהספק־השידור נמוך יותר בכ־10 ד״ב מאשר בלייזר. לעומת זאת, הספק המוצא של דיודה פולטת־אור אינו רגיש לטמפרטורה והינו ביחס ישר לזרם הדוחף. ציור 2 מציג מספר דוגמאות של שימוש בדפ״א (דיודה־פולטת־אור) כמקור־אור.




ציור 2 — סוגים שונים של דיודות־פולטות־אור.

הלייזרים הינם מקור אור לא־ליניארי בעל סף חד בתחילת הפעולה, דבר המתבטא באיחור בין קבלת האות הדוחף ליצירת קרן האור. כמו־כן קיימת רגישות לשינויי־טמפרטורה, דבר הגורם לעיכוב ביצירת התנודות בקרן האור. לעומת זאת, ללייזרים יתרונות רבים:

- הם מהוים מקור־אור לגל נושא קוהרנטי, כלומר: נוצרות תנודות סינוסואידליות בעלות תדר קבוע.
- הינם בעלי ממדים זעירים ביותר (עובי גביש הוא 50 מיקרון לערך, כלומר, קטן יחסית לקוטר הסיב האופטי).
- הם צורכים כמות קטנה מאוד של אנרגייה, דבר המאפשר ״הזרקת״ קרן אור בעצמה מספקת לתוך הסיב האופטי הדק.
- עצמת האור המופק עשויה להגיע לרמות של פלוס 5 עד פלוס 10 דב״מ עבור זרם דוחף של 100 מילי־אמפר.

- **תָוֶךְ התמסורת**

סיבי זכוכית דקים שימשו מאז ומתמיד להעברת קרני־אור. הסיב האופטי מורכב בדרך־כלל מליבה של זכוכית דיאלקטרית, המצופה בחומר אחר בעל מקדם־שבירה אופטי נמוך יותר. הודות להבדלים הדקים בין מקדמי־השבירה האופטיים הללו, עוברות בסיב רק קרני־האור המקבילות לציר הסיב ואילו הקרניים האחרות נעלמות בחלל שסביב הסיב.

בציור 3א׳ מתואר הסיב האופטי השכיח ביותר שהינו בעל אופן התפשטות יחיד. לסיב זה ליבה בעלת קוטר זעיר בסדר־גודל של אורך גל האור, $\lambda$. הקוטר הזעיר של הסיב גורם לכך שמקום המפגש בין מקור־האור והסיב אינו יכול לקלוט את כל האור המופק ממקור־האור, כך שנקלט רק אותו חלק קטן החודר לסיב בזוית קטנה מ־$\theta_1$. היתרון של הסיב החד־אופני הוא בכך שאין נפיצה (Dispersion) בהעברת האור.

בציור 3ב׳ מתואר סיב רב־אופנים בעל מקדם שלבי (Step-Index)שבו יש שינוי חד בין מקדמי־השבירה של הציפוי והליבה. קוטר הליבה של הסיב גדול יותר ולכן המעבר ממקור־האור לתָוֶךְ יעיל יותר. החסרון בכבל מסוג זה הוא הנפיצה הנגרמת עקב ההבדלים הגדולים בין נתיבי האור הקיצוניים.

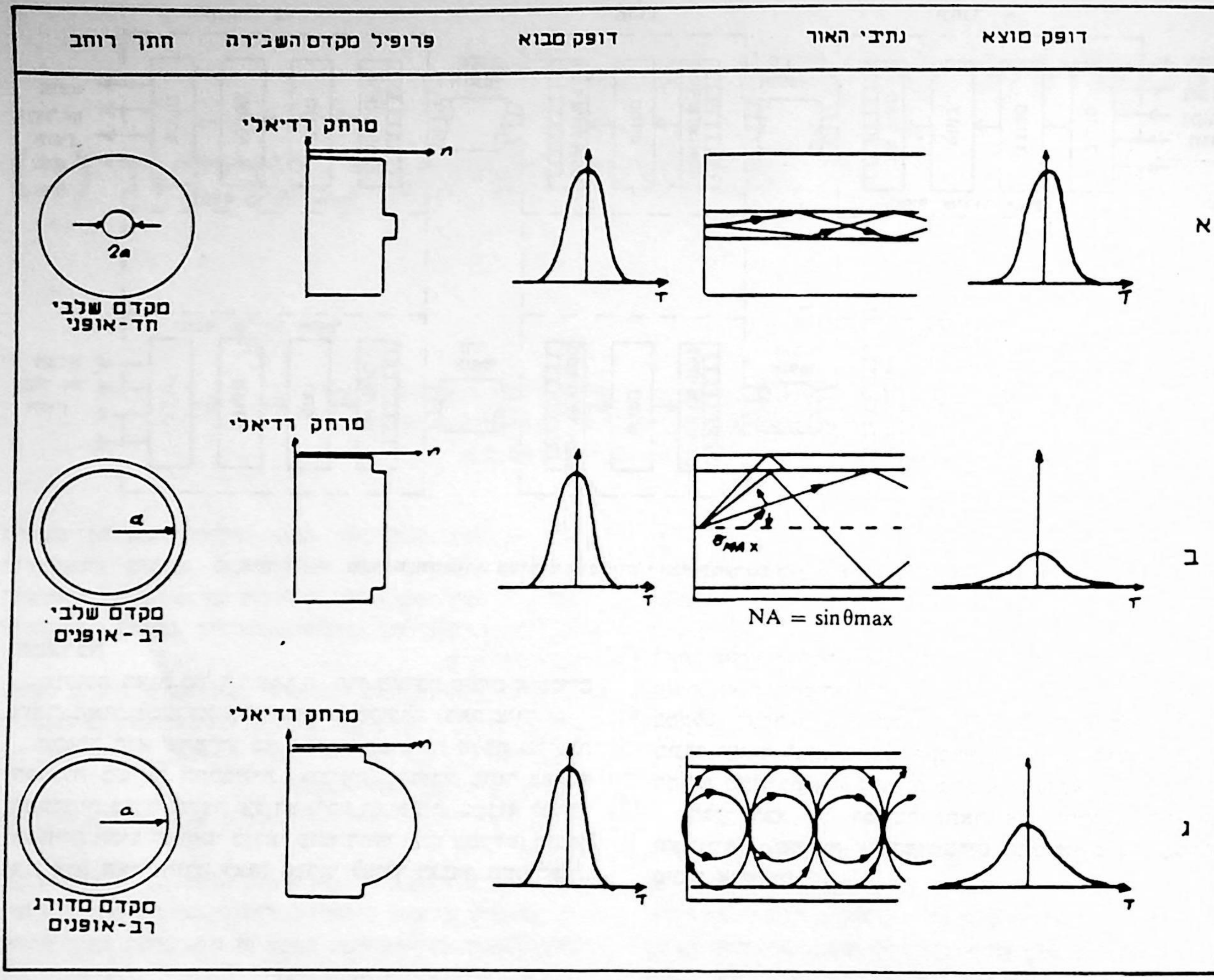
בציור 3ג׳ מתואר סיב רב־אופנים בעל מקדמי־שבירה מדורגים. פרופיל זה של הסיב מאפשר פיזור מסוים לנתיבים הקיצוניים ועל־ידי־כך מקטין את אפקט הנפיצה.

קיים סוג אחר של נפיצה (בנוסף לנפיצת־האופן) הנקרא ״נפיצת החומר״ והנובע מהשוני בהתפשטות האור באורכי־גל שונים היוצאים ממקור־האור.

אופיין נוסף וחשוב מאוד של הסיב האופטי הוא הניחות או הפסדי־התמסורת. הניחות נגרם עקב ספיגת אנרגייה (במקרה זה הפיכת אור לחום) ופיזור האור בזרימתו דרך זכוכית בעלת הרכב שונה ובלתי־אחיד לאורך הסיב. התכונות כגון הרכב־החומר, ממדי־הליבה,עובי הציפוי ועוד, מהוות את הפרמטרים המשפיעים על הניחות ועל התכונות האופייניות של הנפיצה.

סיב אופטי בעל תכונות אופייניות אופטימליות חייב לענות לתנאים הבאים:

- הפסדי־אור מינימליים מפניו של הסיב בעת מעבר־האור בו. כדי לעמוד בתנאי זה מצופים הסיבים במעטה.




**ציור 3 — סוגים של סיבים אופטיים. הציור מתאר באופן סכימטי את החתך הגיאומטרי של הסיב, פילוג מקדם השבירה בו, אופייני פיזור הדופק שלו והנתיבים האפשריים דרכו. "מספר המפתח" (NA) של הסיב מוגדר כזוית התפשטות המקסימלית האפשרית בו.**

- הפסדי־האור בגלל ספיגתו בחומר הסיב חייבים להיות מינימליים אף הם. כדי לעמוד בתנאי זה מיוצר הסיב בטוהר והומוגניות מקסימליים.
- צורת הדופק של קרן האור חייבת להישאר קבועה במיוחד למרחקים גדולים.

סיבי זכוכית לתקשורת אופטית מיוצרים מזכוכית נתרן או קוורץ (Fused Silica). ההבדל בין שני הסוגים הוא בטכנולוגיות של הייצור.

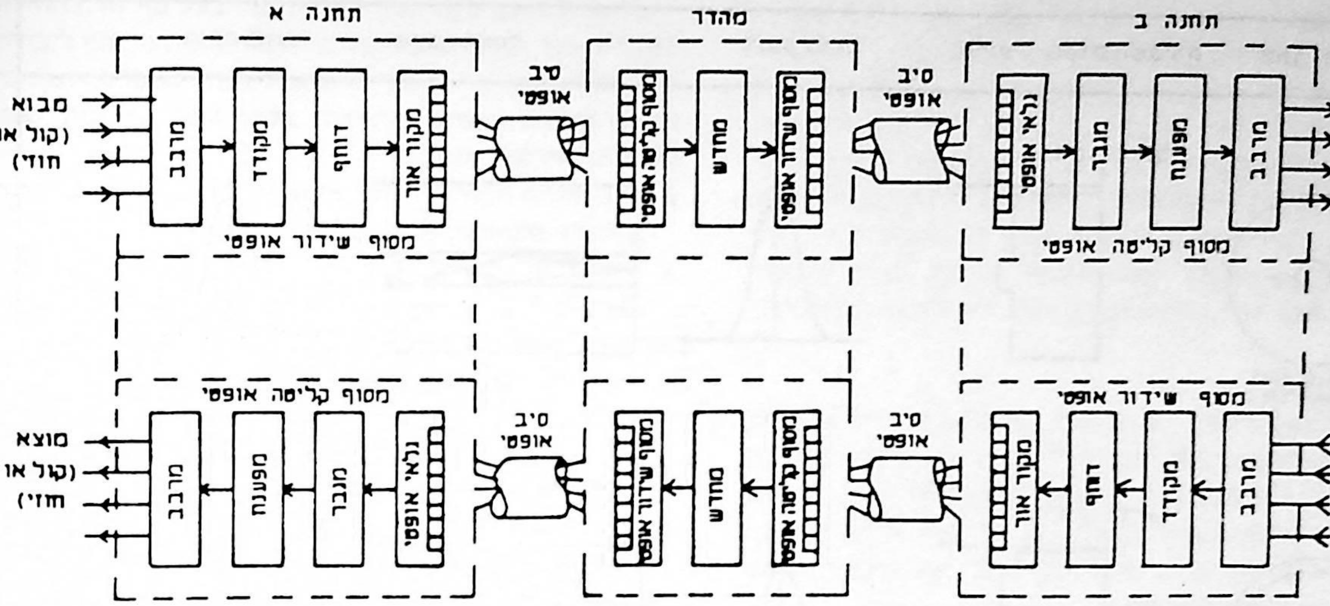
## • המקלט

גלי האור המאופננים המועברים בסיבי הזכוכית, נהפכים שוב לאותות חשמליים בעזרת פוטו־דיודות העשויות ממוליכים־למחצה.

עד לפני מספר שנים השתמשו בדיודות שטוחות, בהן פגע האור בניצב למצמת ה־p-n-p. לדיודות אלו המגבלה של פיזור ניכר של הדפקים, משום כך משתמשים כיום בדיודת הגלשון המתאימה יותר למטרה כממצה־אפנון המסוגל להעביר תחום רחב מאוד של סיביות. בדיודת הגלשון מהסוג שפותח על־ידי חברת A.E.G. Telefunken מקבילות קרני־האור למצמת (ראה ציור 1) וכך נספגים כל הפוטונים בספקטרום המועיל של הדיודה.

יתרונות נוספים של דיודות הגלשון הם ההיענות המהירה ביותר והיחס המשופר של האות לרעש.

סוג אחר של ממצה אפנון הנמצא בשימוש היא דיודת PIN (חט״ש — חיובי־טבעי־שלילי). לשימוש בשני הגלאים הנ״ל (דיודת הגלשון ודיודת חט״ש) המגבלות הבאות: לדיודת הגלשון דרושה הספקת מתח גבוה, ולדיודת החט״ש מקדם־רעש נמוך יחסית ועכבת־מבוא גבוהה. כיום נבנים התקנים אלה בטכנולוגיות כלאיים על־גבי שכבות דקות ונוצרים הרכבים שונים של תט״ש (FET) וחט״ש (PIN).




**ציור 4 — מערכת תמסורת בסיבים אופטיים דומה למערכת כבלים ארבע־תילית מקובלת.**

**המערכת**

מנקודת ראות של המערכת, הרי מערכת סיבים אופטיים דומה מאד למערכת ארבע־תילית מקובלת (ראה ציור 4).

ההנחה היא שהמידע בא במקורו ממערכת טלפון מקובלת הפועלת בשיטה התקבילית (אנלוגית). המידע מומר לשיטה הספרתית בציוד הקצה של המערכת האופטית. במבוא למהדר מסתיים הסיב האופטי בגלאי פוטו־דיודי (כמו במקלט) ההופך **את אות האור חזרה לאות ספרתי לצורך הגברה והתחדשות.** לאחר תהליך ההתחדשות מאפנן האות הספרתי את זרם מקור־האור, ואות התפוקה המאופנן מוצמד שוב לסיב האופטי. במקלט, לאחר הפיכתו של האות בגלאי לאות ספרתי, הוא מוגבר ומומר לאות טלפוני תקבילי. תהליך זה דומה לתהליך המוצא ממערכת ארבע־תילית בתמסורת־נושאים.

בחלקו הבא של המאמר נתאר את התכונות הפיסיות והמכניות המשפיעות על הפרמטרים החשמליים של מערכת **סיבים אופטיים.**

# תמסורת בסיבים אופטיים —

# תכונות ושיטות מדידה (ב)

**בחלקו הראשון של המאמר תיארנו את מערכת התמסורת האופטית על חלקיה השונים. בחלק זה נעמוד על התכונות הפיסיות והמכניות של המערכת, הפרמטרים החשמליים אותם יש למדוד, ושיטות המדידה שלהם.**

מבין אופייני התמסורת השונים של הסיבים האופטיים, יש למדוד את הניחות ועיוות־המשהה (הנפיצה) בתנאים מציאו־תיים במערכת פועלת, בעוד שאת מקדם השבירה האופטי, החוזק המכני ואחידות הממדים הפיסיים (קוטר ואורך) ניתן למדוד במעבדה ובמפעל היצרן.

**הניחות (הפסדי תמסורת)**

קיימים שני גורמים עיקריים לניחות בסיבים האופטיים:

- מבנה החומר.
- מנגנון מנחה־הגל.

לחומר הסיב הפסדים עקב ספיגת־הספק ועקב קרינה. הפסדי הספיגה נגרמים על־ידי תכונות החומר עצמו וכן על־ידי סיבות חיצוניות כגון קרינה גרעינית. הפסדי הקרינה נגרמים כתוצאה מנפיצה פנימית בתוך החומר או על־ידי נפיצה מאולצת. מנגנון מנחה־הגל גורם להפסדים נוספים עקב פגמים במבנה החומר של הסיב או בעקמומיותו.

★ **הפסדי ספיגת־הספק** — תכונות החומר של הסיב האופטי גורמות לעיתים להמרת אנרגיית האור לאנרגיית חום ומבחינת מערכת התמסורת פירוש הדבר הפסד בהספק.

במערכת תמסורת אופטית יש להתאים את מקורות האור ואת גלאי־האור לתכונות תוֶך־התמסורת (הסיב האופטי) בתחום הנתון של ספקטרום התדרים.

לדיודות הלייזר והדיודות הפולטות־אור (LED) תכונות קרינה טובות מאוד, הן מסוגלות לאפנן תדרים גבוהים מאוד, וממדיהן מתאימים לממדי הסיבים האופטיים. הן מקרינות בתחום הספקטרלי של 800—900 ננו־מטר וכיום מייצרים גם התקנים מוליכים־למחצה המקרינים בתחום הספקטרלי של 1100—1300 ננו־מטר (התחום האינפרה־אדום). דיודות־גלשון מסיליקון ופוטו־דיודות מסוג PIN נענות היטב לתחום 800—900 ננו־מטר אבל אינן מתאימות לתחום של 1100—1300 ננו־מטר; אי־לכך חייבים הסיבים האופטיים, המשמשים כתוֶך תמסורת להתקנים אלה, להיות בעלי ניחות נמוך באורכי־הגל של 800—900 ושל 1100—1300 ננו־מטר.

הפסדי הספיגה הנגרמים על־ידי תכונות החומר עצמו (הן עבור סיליקון מותך והן עבור סיליקון מאולח) נובעים ממעברים מקריים של האלקטרונים בתחום הספקטרלי האולטרה־סגול ומהתנודות הפנימיות של מולקולות תחמוצת־הסיליקון ($SiO_2$) ושל תחמוצות האילוח בתחום הספקטרלי האינפרה־אדום.

מקדם הניחות בתחום האולטרה־סגול קטן מ־1 ד"ב לק"מ. בתחום האינפרה־אדום באה הספיגה כתוצאה מהרכב הזכוכית ועקב נוכחותם של יוני הידרוקסיד ($OH^-$), דברים הנקבעים במידה רבה בעת ייצור הזכוּכית.

★ **הפסדי הקרינה** — הפסדים אלה נחלקים לשלושה סוגים:

— **נפיצה עצמית** (Intrinsic Scattering) — נגרמת על־ידי שינויים בריכוזי האטומים לאורך הסיב שממדיו קטנים ביחס לאורך הגל האופטי. הפסד זה הינו ביחס הפוך לחזקה הרביעית של אורך גל האור ($1/\lambda^4$).

— **נפיצה מאולצת** (Stimulated Scattering) — תלויה בשדה האופטי, כאשר מתחת לגבול מסוים בעצמת צפיפות השדה האופטי, יש לתופעה זו השפעה מועטת בלבד על התמסורת. מעל לגבול מסוים זה מוסט ההספק האופטי באורך הגל שלו ומפוזר בכיוון היכול להיות שונה מכיוונו המקורי.

— **קרינה מושרית** (Induced Radiation) — לסיבים האופטיים התנגדות לקרינתם של דפקים חיצוניים, והיא משפיעה על תכונות התמסורת (במיוחד ביישומים צבאיים). ההפסד אינו תמיד ביחס ישר לכמות הקרינה, דבר התלוי בהרכבו של חומר הסיב.

★ **הפסדים התלויים במנגנון מנחה־הגל** — אלה הם הפסדים עצמיים עקב עירור אופני־התפשטות משניים של האור בתוך הסיב האופטי (אופני־התפשטות שאינם תורמים להעברת המידע ולכן מהווים הפסד־תמסורת) וכן הפסדים הנגרמים על־ידי עובי הציפוי ופגמים במבנה הסיב כגון שינויים בלתי־רצויים בגודלה או צורתה של הליבה לאורך הסיב, תקלות בייצור, אי־אחידות בעקמומיות־הסיב, כיפופים בסיב לאחר הרכבתו בתוך הכבל ועוד... פגמים אלה גורמים לכך שחלק מהאנרגייה מועבר לאופני־התפשטות בלתי־רצויים או מוקרן אל מחוץ לסיב האופטי.

**עיוות המשהה (הנפיצה)**

אחד האופיינים החשובים ביותר של קו תמסורת הוא כמות המידע, כלומר, רוחב פס התדרים שניתן להעביר דרכו.

רוחב־הפס מוגבל על־ידי עיוות האותות (התרחבות הדפקים) תוך־כדי מעברם דרך הקו (ראה ציור 5).

הנפיצה פירושה פיזור האנרגיה האופטית במישור־הזמן, כאשר דופק צר של אנרגיה מתפשט דרך הסיב; לכן מכונה תופעה זו גם בשם "עיוות המשהה" (Delay Distortion).

אנו מבחינים בשלוש סיבות עיקריות הגורמות לנפיצה:

- נפיצת החומר (Material Dispersion).
- נפיצת האופן (Modal Dispersion).
- נפיצת מנחה־הגל (Waveguide Dispersion).

★ **נפיצת החומר** — מהירות החבורה (Group Velocity) של האור המתפשט לאורך הסיב מותנית באורך הגל של אופן ההתפשטות. מקדם השבירה הוא פונקציה של אורך הגל ולכן מהירות התפשטותו של האור לאורך הסיב, משתנה עם אורך הגל. דפקים הבאים ממקורות רחבי־פס מתפזרים במישור הזמן, ביחס ישר לרוחב הפס של מקור־האור ולאורך הסיב. לדוגמא, בסיב סיליקה ואורך־גל של 0.82 מיקרו־מטר, פיזור הדופק הוא כ־0.1 ננו־שנייה לקילומטר, לכל ננו־מטר של רוחב־פס אופטי. נפיצות החומר קטנה עם גידול אורך הגל.

★ **נפיצת האופן** — בסיב בעל מקדם שלבי (ראה ציורים 3א' 3ב' בחלקו הראשון של המאמר, בגיליון הקודם) מהלך הקרניים הוא ב"זיג־זג" כאשר הקרן האיטית ביותר מתפשטת בזוית הקריטית. ההבדלים בזמני ההתפשטות של קרניים שונות תלויים במקדם־השבירה של הסיב, במקדם־השבירה של הציפוי, במהירות האור ובאורך הסיב. כאשר לציפוי מקדם־שבירה של 1.5 והפרש־שבירה של 0.01, ההפרש בזמן ההתפשטות בין הקרן המהירה ביותר לקרן האיטית ביותר יהיה כ־50 ננו־שניות לק"מ. כדי להקטין הפרש זה, משתמשים בסיב בעל מקדם מדורג (ראה ציור 3ג' בגיליון הקודם).

נפיצת האופן מושפעת גם מצימוד בין אופני התפשטות שונים. צימוד כזה גורם למעברים רצופים של הספק מאופן אחד למשנהו, כאשר קרניים בעלות זוית גבוהה הופכות לקרניים בעלות זוית נמוכה, ולהיפך. כתוצאה מכך קטנה מהירות ההתשפטות הממוצעת על הספק האור ובמידה מסוימת קטן גם פיזור דופקי־האור במישור הזמן.

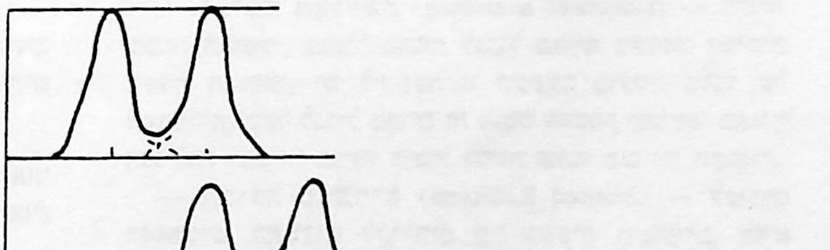
★ **נפיצת מנחה־הגל** — נפיצה זו נובעת בעיקר מהתלות באורך־הגל של "ספרת V" (תדרו של הרכב הדופק). עבור כל האופנים שאינם סמוכים לתדר הפוגה אין לתופעה זו השפעה מכרעת.

**מדידות הניחות בסיבים אופטיים**

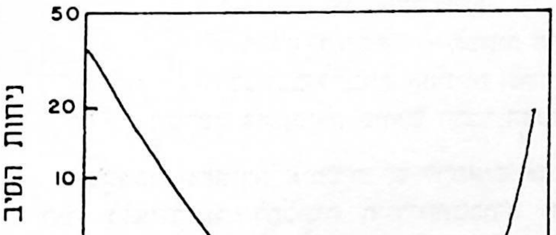
בציור 6 נראה פילוג הניחות של סיבי סיליקה עם שינוי אורך הגל. נקודת השיא ב־1.39 מיקרו־מטר נגרמת על־ידי תנודות יוני הידרוקסיד (HO⁻). הניחות המינימלי חל באורך־גל שבסביבות 1.2 מיקרו־מטר וגודלו כ־0.5 ד"ב לק"מ. למדידת ערכים כה קטנים יש להשתמש בשיטות מדויקות ביותר, ולהלן נתאר את שתי השיטות השימושיות ביותר:

- מדידת ההספק המועבר דרך שני קטעים של סיב אופטי כאשר הפסדי הצימוד במבוא ובמוצא קבועים.
- מדידה באמצעות מד־החזרות אופטי במישור הזמן (OTDR – Optical Time-Domain Reflectometry).

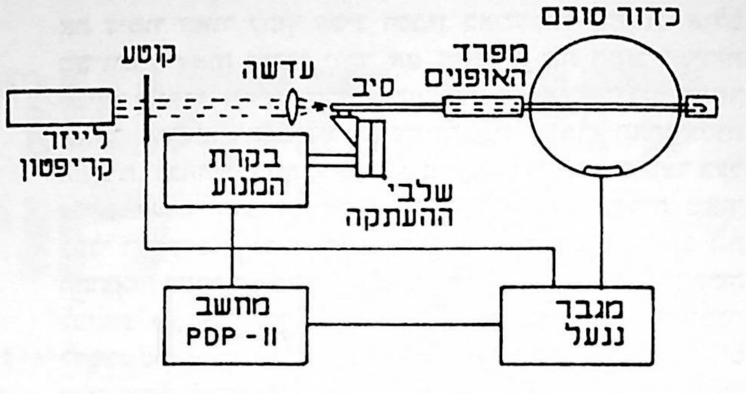
● **השיטה הראשונה** מתבססת על חוק ביר (Beer), על־פיו הפסד השילוב הממוצע תלוי באורכם של שני הקטעים הנמדדים אבל אינו חייב להיות תלוי בניחות הקבוע של הסיב. לאופנים הגבוהים יותר ניחות גדול יותר מאשר לאופני ההתפשטות מסדר נמוך יותר. הפרש הניחות מקוזז לאורך הסיב על־ידי הצימוד בין האופנים וכך מושג אופיין־ניחות קבוע לגבי הסיב הנתון. בספרות הטכנית מודגש שחשוב להגדיר את תנאי־השידור כדי לקבל תוצאות־מדידה מדויקות.



**ציור 5 — התרחבות דפקים בסיבים אופטיים.**




**ציור 6 — אופיין הניחות מול אורך הגל בסיב סיליקה חדיש.**




**ציור 7 — מערך למדידת ניחות כולל.**

מדידת הניחות תלויה באופן ההתפשטות (הן בסיבים בעלי מקדם־שבירה מדורג והן בסיבים בעלי מקדם־שבירה שלבי). במדידות שבוצעו נמצא שהאופנים מסדר גבוה יותר (המעוררים בזויות־מבוא גדולות) סובלים מניחות גדול יותר. גם כאן יש להגדיר היטב את תנאי־השידור כדי לקבל תוצאות־מדידה מדויקות. המדידה מבוצעת בצורה הבאה (ראה גם ציור 7):

תרים את קצה־הסיב באמצעות הנקודה הממוקדת של קרן הלייזר ובעזרת ממקמים (Positioners) המבוקרים ע״י מחשב, ומודדים את הניחות הכולל ואת ניחות־הנפיצה באמצעות כדור־סוכם (Integrating Sphere) וגלאי־אור מסיליקון. הניחות הכולל נקבע ע״י כך ששמים את מוצא הסיב במרכז הכדור הסוכם ומודדים את ההספק המועבר דרך הסיב, כאשר קצה־המבוא של הסיב עובר על־פני לייזר המבוא. הניחות נמדד כפונקציה של מצב כתם־האור במבוא, ביחס לקצה המבוא של הסיב. ניתן ללקט את האור המפוזר בכיוונים שונים לתוך כדור־צובר, או קוביה־צוברת, ע״י העברת הכדור (או הקוביה) לכל אורך הסיב. תלותו של האור המפוזר באורך ניתנת למדידה, אם ידועה תלותו באורך של הניחות. ההפרש בין הניחות הכולל לבין זה הנגרם על־ידי הפיזור — הוא הניחות עקב ספיגה.

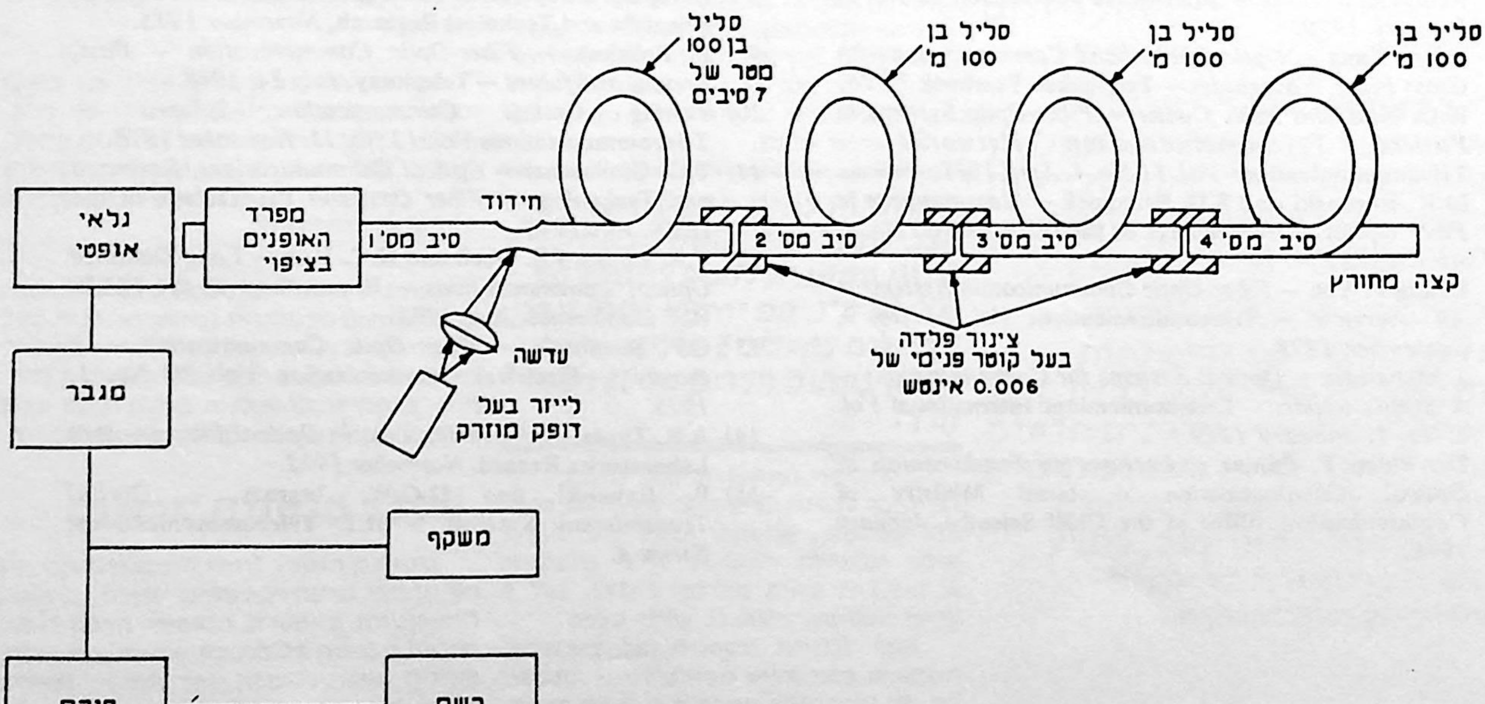
● השיטה השנייה (באמצעות מד החזרות אופטי במישור־הזמן) מאפשרת למדוד גם את השתנות הניחות עם אורך הסיב (בניגוד לשיטה הקודמת, בה נמדד הניחות רק באורך נתון של הסיב). המדידה מבוססת כאן על ניתוחו של אור המוחזר אחרונית בתוך הסיב. מעבירים לתוך הסיב דופק בכיוון הקדומני, תוך שימוש במצמד כיווני (ראה ציור 8). צורת הגל של האור המוחזר נקלטת על־ידי גלאי אופטי ומעובדת על־ידי סוכם. ניתן להפוך את התלות־בזמן (של ההספק המוחזר) לתלות באורך הסיב, וזאת ע״י הכפלתו במהירות התפשטות־האור בתוך הסיב. לשיטה זו יתרונות בכך שנדרשת גישה רק לקצהו האחד של הסיב ואין צורך לחתוך אותו. קביעת הניחות בשיטה זו היא אחידה (פרט לשגיאת־הגדרה קטנה) וניתן למדוד את מיקומם של מחברים או פגמים בסיב וכן את הפסדי־השילוב שלהם.

**מדידת הנפיצה (עיוות־המשהה)**

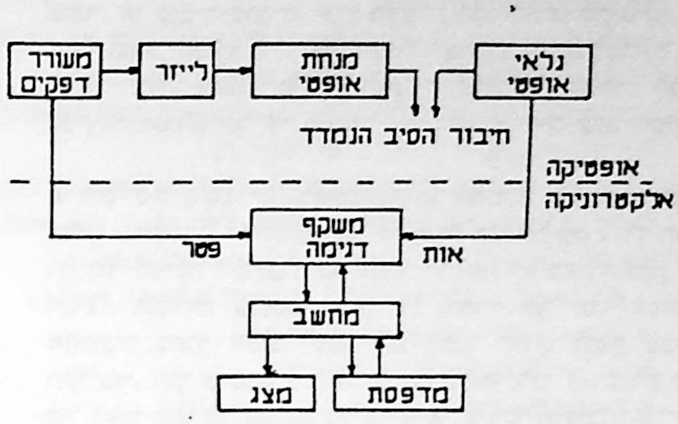
טרם נעשה ניתוח כמותי מושלם של השפעת עיוות־המשהה. על־מנת לפשט את ההסבר, ניתן לעשות הקבלה בין סיב לבין מסנן המאופיין על־ידי היענותו לדופק או על־ידי פונקציית התמסורת שלו.

ניתן להתעלם מעיוות־המשהה ביישומים ספרתיים, בתנאי שהערך האפקטיבי (RMS) של רוחב היענות־הדופק של הסיב, יהיה קטן מרבע המרווח בין הדפקים.

קיימות מספר טכניקות למדידת עיוות־המשהה הן במישור־




**ציור 8 — מערך למדידת החזרות במישור־הזמן.**




**ציור 9 — מערך למדידת עיוות־המשהה.**

התדר והן במישור־הזמן. במישור־התדר, "רוחב־הפס של 3 ד"ב" הוא תדר האפנון בו קטנה תנופת האפנון האופטית הנקלטת ב־3 ד"ב, בהשוואה לאפנון בתדר נמוך. במישור־הזמן יש לקבוע את פיזור הדפקים (בננו־שניות) בשעה שמשודר דופק קצר. בשני המקרים יש לייחס את התוצאה לאורך הסיב הנמדד.

להלן נתאר שני סוגים של מדידת עיוות־המשהה:

● **מדידת המשהה הכולל** — זוהי מדידה במישור־הזמן, בה נמדדת היענות הדופק של הסיב כאשר עובר בו דופק יחיד בכיוון אחד או הלוך־וחזור בשני הכיוונים. תוך שימוש במערך־הציוד המתואר בציור 9 מזריקים דופק בקצהו האחד של הסיב ואז מתגלה בקצהו השני דופק־המוצא שהתרחב. ניתן לעשות את צימוד האור לתוך הסיב וממנו באמצעות עדשות, אולם משיגים תוצאות טובות יותר אם מחברים את הסיב ישירות למקור ולגלאי. היענות־הדופק מושפעת מתנאי־השידור מאחר שאלה משנים את פילוג האנרגייה בין אופני ההתפשטות השונים. לאחר מכן מחברים במקום הסיב הנמדד סיב קצר בעל עיוות־משהה ידוע, ומזריקים לתוכו דופקי־אור צרים מאוד בעלי הספק־שיא גבוה. הגלאי המהיר והמחשב מפרידים את התוצאות שנתקבלו מהסיב הנמדד והסיב הידוע. שיטה זו קשה לביצוע כאשר רוצים למדוד סיבים קצרים מאוד, ועל־מנת לדמות סיב ארוך יותר, ניתן להעביר את הדופק מספר פעמים הלוך־ושוב לאורך הסיב בשני הכיוונים (לשם כך דרוש ציוד שונה, שלא נציגו כאן).

● **מדידה נפרדת של נפיצת האופן (Modal Dispersion)** — מדידה זו מתבצעת תוך התעלמות מהשפעת נפיצת החומר, וזאת כאשר הסיב מיוצר מחומר מעולה. אחת השיטות למדידה כזו היא הזרקתם של דופקי־לייזר בעלי שני אורכי־גל שונים, ומדידת הפרש־הזמן של משהה־ההתפשטות.

**סיכום**

בעיית המדידה של נתוני הסיבים האופטיים קשה ומסובכת. במאמר זה הודגשו רק חלק מהשיקולים הבסיסיים. בעיות נוספות הן אי־ליניאריות של תחום הבסיס, תלות הניחות ועיוות־המשהה באורך הסיב הנמדד, אי־האחידות של ציוד־המדידה המצוי ועוד, וכתוצאה מכך התוצאות המתקבלות אינן תמיד זהות. בעיות אלו נדונו בהרחבה בספרות המקצועית אך לא נוכל להתייחס אליהן במסגרת מאמר זה.

## המקורות למאמר:


1) **John Kane** — *Fiber-Optic Cables compete with MW Relays and Coax* — **Microwave Journal** *vol. 22 No. 1, January 1979.*

2) **Edgar Zang** — *Optical Wideband Communication with Glass Fiber Waveguides* — **Telefunken Yearbook 74/75.**

3) **K.C. Kao** *and* **M.E. Collier** — *Fiber-Optic Systems in Future Telecommunication Networks* — **Telecommunications** *Vol. 11 No. 4, April 1977.*

4) **M.K. Barnoski** *and* **S.D. Personick** — *Measurements in Fiber Optics* — **Proceedings of the IEEE** *Vol. 66 No. 4, April 1978.*

5) **Loang P. Yeh** — *Fiber-Optic Communication Systems — An Overview* — **Telecommunications** *Vol. 12 No. 9, September 1978.*

6) **J. Midwinter** — *Optical Systems for Communications — A Status Report* — **Communications International** *Vol. 6 No. 1, January 1979.*

7) **Dr. Philip F. Panter** — *Lectures on Fundamentals of Optical Communication* — **Israel Ministry of Communication, office of the Chief Scientist,** *January 1979.*

8) *Report of the Optical-Fibers Working-Party* — **European Cooperation and Coordination in the Field of Scientific and Technical Research,** *November 1975.*

9) **P. Polishuk** — *Fiber-Optic Communication — Past, Present and future* — **Telephony,** *July 24, 1978.*

10) *Testing Optical Communication Systems* — **Telecommunications** *Vol. 12 No. 11, November 1978.*

11) **T.C. Giallorenzi** — *Optical Communications, Research and Technology — Fiber Optics* — **Proceedings of the IEEE,** *July 1978.*

12) **T.A. Eppes, J.E. Goell and K.C. Kao** — *Long-Distance Optical Communications* — **Proceedings of the IEEE, ICC Conference,** *June 1975.*

13 **C.P. Sandbank** — *Fiber Optic Communication — A Survey* — **Electrical Communication** *Vol. 50 No. 1, 1975.*

14) **A.R. Tynes** — *Measuring Loss in Optical Fibers* — **Bell Laboratories Record,** *November 1972.*

15) **P. Bylanski** *and* **D.G.W. Ingram** — *Digital Transmission Systems* — **IEE Telecommunications,** *Series 4.*

# לוויני תקשורת ותקשורת לוויינית

בקרוב יוכנס בבתי־אב בישראל שירות חדש – טלוויזיה בתשלום. הטלוויזיה בתשלום (או טלוויזיה למינויים), נשענת על טלוויזיה בכבלים ותקשורת לוויינית.

מהו לווין תקשורת, מהן ההתפתחויות והמאפיינים הטכנולוגיים שלו, האם ואיך ניתן להשתמש בלוויני תקשורת לצורכי העברת תוכניות טלוויזיה, נתונים ושמע באיכות גבוהה מאד ובמחירים סבירים אלה מספר שאלות שהמאמר מתייחס אליהן.

התפתחות לוויני התקשורת והתרחבות השימוש בהם הופכים אותם ל׳תחנות עבודה בשמים׳, המבצעות גם עיבודים כגון ניתוב, מיתוג וכו׳, דבר המצריך הספק גבוה יותר, מימדים ומשקל גדולים יותר (ציור א׳).

כדי לקצר את זמן התפשטות האותות מהקרקע ללווין ומהלווין חזרה לקרקע, מתפתחות טכניקות של קשר אופטי ישיר בין לוויני תקשורת בחלל (ציור ב׳).

התפתחות תקשורת לוויינית הולכת יד־ביד עם התפתחות התקשורת הסיפרתית, כך שבקרוב יגיעו לבית המנוי שירותים חדשים, כגון השכלה גבוהה באמצעות לווין וקבלת נקודות זכות בקורסים, עבודה בבית המתוקשב, ביצוע עסקות בנקאיות ושרותים ושיווקים חדשים ועוד.

## *התפתחויות בתקשורת הלוויינית*

ב־1945 המהנדס וסופר המדע הבידיוני ארטור ס. קלארק כתב במגזין WIRELESS WORLD מאמר על ׳מימסרים מעבר לכדור הארץ׳ (EXTRATERSTRIAL RELAYS) ובו הוא מסביר שלווין הנמצא במסלול מעגלי מקביל לקו המשווה של כדור־הארץ ובמרחק של כ־36,000 ק״מ ממרכזו, יכול להשלים הקפה במשך 24 שעות, בו־זמנית עם סיבוב כדור־הארץ, סביב הציר שלו (צפון־דרום). כלומר, נקודה כלשהי על כדור־הארץ נעה באותה המהירות היחסית כמו לווין התקשורת וכך נוצר הרושם שהלווין עומד בנקודה קבועה מעל הקרקע. כמו־כן קלארק כתב ש־3 לוויני תקשורת כאלה, (שהוא קרא להם GEOSTATIONARY), המקבלים את האנרגיה שלהם מהשמש, מסוגלים לכסות את כל כדור־הארץ (ציור מס׳ 1), כשכל לווין משפיע על אזור הנקרא ׳מידרך־רגל׳.

ואכן לאחר שהארגון INTELSAT, שהוקם ב־1964, התחיל בפעולה, התחילו להופיע לוויני תקשורת.

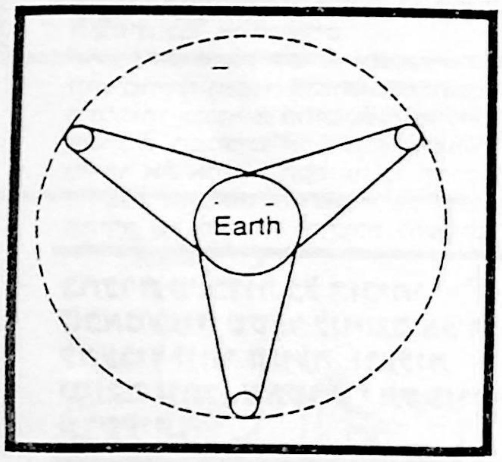
בתחילת הופעת לוויני התקשורת, השימוש בהם היה בעיקר עבור שידורי טלוויזיה. ב־1965, לווין התקשורת הראשון של האירגון הבין־לאומי לתקשורת לוויינית INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS – SATELLITE ORGANIZATION) INTELSAT), שנקרא EARLY BIRD (או INTELSAT 1A), חנך את עידן התקשורת הלוויינית. משקלו היה 38 ק״ג ובאמצעותו היה ניתן להעביר ערוץ טלוויזיה אחד בשחור־לבן או 240 ערוצי טלפון.

***התפתחות לוויני התקשורת מצביעה על כך שבמאה הבאה יוכלו לוויני תקשורת להגיע למשקל של 50,000 ק״ג. הם יורכבו בחלל ויהיו מסוגלים להעביר 5 מיליון ערוצי טלפון בתחום תדרים של 80 גיגה־הרץ.***

מאז לוויני התקשורת עברו התפתחויות רבות, כך שבשנת 1985 שוגר לווין התקשורת INTELSAT V A, שמשקלו 2,016 ק״ג, בעל 3 ערוצי טלוויזיה ו־15,000 ערוצי טלפון ו־INTELSAT VI שהיה מתוכנן ל־1986, בעל 4 ערוצי טלוויזיה ו־33,000 ערוצי טלפון.

נוסף ללוויני תקשורת של INTELSAT, המהווים כשני שליש מסה״כ לוויני התקשורת, יש גם לווינים השייכים לאזורים מסויימים כגון: ENTELSAT עבור אירופה (ב־1983 שוגר הראשון); INTERSPUTNIK עברו בריה״מ, צ׳כיה וכו׳ (1971); טלקום 1979( I) של צרפת; INSAT השייך להודו; RCA (AMERICAN SATCOM) WESTAR (WESTERN UNION)., COMSAT, HUGHES ועוד השייכים לארה״ב ומהווים לוויני תקשורת לשימושים פנים־ארציים.

התפתחות לוויני התקשורת מצביעה על כך שבמאה הבאה יוכלו לוויני תקשורת להגיע למשקל של 50,000 ק״ג. הם יורכבו בחלל ויהיו מסוגלים להעביר 5 מיליון ערוצי טלפון בתחום תדרים של 80 גיגה־הרץ.




*ציור מס׳ 1 – שלושה לוויני תקשורת הנמצאים במסלול של ארתור קלארק מסוגלים לחסות את כל כדור הארץ*

כמו־כן, הקטנת הזווית שבין שני לוויני תקשורת סמוכים מ־$4^0$ ל־$3^0$ ואחר־כך ל־$2^0$, תאפשר ליותר לווינים להיות בו־זמנית בחלל. לאותה המטרה מתבצעים מחקרים לשימוש ב׳ראי׳ (MIRRORS) בתחום המיקרוגל, במסלול יותר נמוך מהלווינים.

במקביל להתפתחות במיגזרי החלל ישנה גם התפתחות טכנולוגית במיגזר התחנות שעל פני כדור הארץ: אנטנות קטנות יותר המסוגלות לקלוט אלומות יותר צרות ומכוונות במדוייק. בעתיד יוכלו אנטנות בעלות קוטר של 5 מ׳ בלבד לספק צורכי תקשורת של ארץ קטנה.

## מספר מושגים טכניים

בתחילת הופעת לוויני התקשורת הם היו רק ממסרי מיקרוגל בשמים. אולם, כאמור, ההתפתחות מאפשרת ותאפשר הרבה יותר. בחברת מעבדות בל הוכיחו שבאמצעות מספר לווינים אפשר להעביר יותר תנועה, ובעלות נמוכה יותר, מאשר ע״י תקשורת קרקעית.

לשם כך ציוד המיקרוגל הנחוץ לתקשורת

לווינית צריך להיות בעל הספק גדול יותר מאשר עבור תקשורת מיקרוגל קרקעית, שבה המרחק המקסימלי מוגבל עקב הצורך בקשר־עין בקו אווירי ובגלל עקמומיות כדור הארץ.

על הלווין יש משיבים 'TRANSPONDERS': אלו קולטים אותות, מגבירים אותם, ממירים את התדרים מגבוהים לנמוכים יותר, ומשדרים אותם חזרה אל הקרקע. המרת התדרים נחוצה כדי למנוע השפעת האותות החזקים על האותות החלשים שבאים מהקרקע אל הלווין.

רוחב־הפס של תקשורת לווינית הוא גדול מאד, ורק לסיבים אופטיים יש כיום את היכולת להעביר אותם. קיימים 3 תחומי תדרים עבור לוויני תקשורת, ולכל אחד מהם יש תכונות מיוחדות:

1. תחום התדרים הנקרא C-BAND (6GHZ/4GHZ).
2. תחום התדרים הנקרא KU-BAND (14GHZ/12GHZ).
3. תחום התדרים הנקרא KA-BAND (30GHZ/20GHZ).

קיימים גם לוויני תקשורת HYBRID, בעלי C-BAND ו־KU-BAND ביחד.

לוויני תקשורת C-BAND תפסו עד עכשיו את רוב המקום בחלל וכמעט כל המסלולים תפוסים כבר או מיועדים.

בתחום זה של תדרים התפשטות האותות היא מהירה ואפשר לכסות באמצעותם אזור גדול. יחד עם זאת, ההתפשטות מחלישה את האותות המגיעים אל הקרקע וממנה וזה מייקר את אנטנות הקליטה על הקרקע.

בצד התכונות החשובות של התפשטות מהירה של האותות והיכולת להעבירם דרך

**בחברת מעבדות בל הוכיחו שבאמצעות מספר לווינים אפשר להעביר יותר תנועה, ובעלות נמוכה יותר, מאשר ע"י תקשורת קרקעית.**

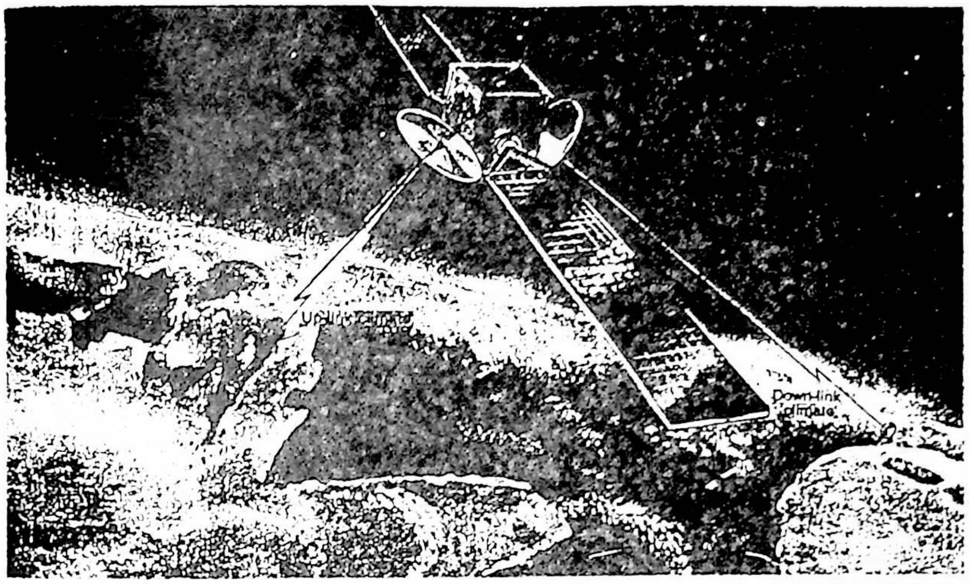
טיפות גשם וערפל, יש לתחום תדרים זה גם חיסרון, כיוון שקשר מיקרוגל קרקעי מתרחש באותו תחום תדרים, דבר הגורם לצפיפות גדולה מאד באזורים העירוניים החשובים וקיימת סכנה להשראה.

בגלל עניין זה, האנטנות הקרקעיות ב־C-BAND צריכות להיות מרוחקות מהערים ונדרשים כבלים או ערוצי מיקרוגל קרקעיים יקרים כדי ליצור קשר עם המשתמשים.

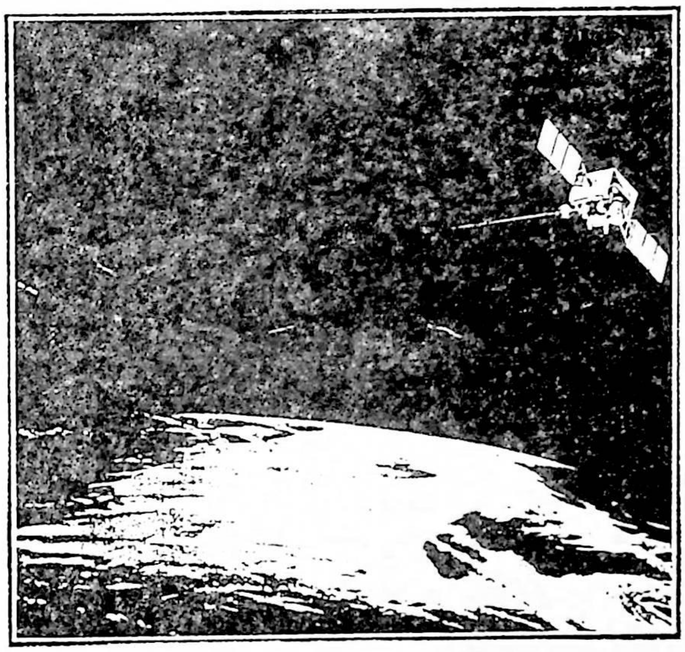
בלוויני KU-BAND, התפשטות האותות היא באלומות (BEAMS) צרות אך חזקות יותר, והם מתאימים מאוד לקשר נקודה־לנקודה. להבדיל מ־C-BAND, ל־KU-BAND יש חסינות להשראת קווי מיקרוגל קרקעיים ולכן השידורים יכולים להיות מכוונים לתחנות קרקע הנמצאות במרכזי הערים (ציור מס' 2).

בתחום זה תחנות הקליטה על פני הקרקע, יכולות להיות קטנות יחסית ולא יקרות, כיוון שהאותות המגיעים מן הלווין הם חזקים. לוויני תקשורת KU-BAND הביאו עמם תקשורת לווינית באמצעות צלחות קליטה הנמצאות על גגות או חצרות הבתים והמשמשות גם לרשתות פרטיות.

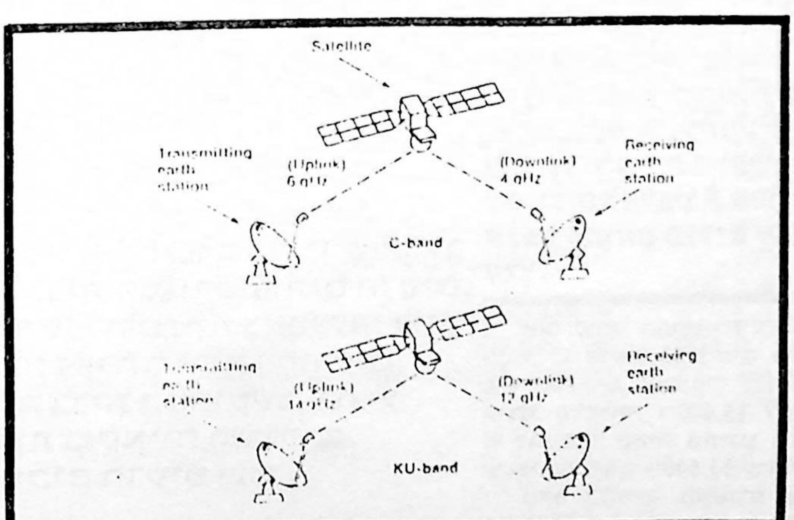
הבעיה עם תחום תדרים זה היא הרגישות הרבה לגשמים חזקים וברקים. שתי תחנות



*ציור א' – ראיה כללית של לווין תקשורת*



*ציור ב' – קשר אופטי ישיר בין שני לוויני תקשורת*




*ציור מס' 2 – לוויני תקשורת ב־C-BAND ו־KU- BAND*

קליטה קרקעיות הנמצאות במרחק של מספר ק״מ יכולות לפתור בעייה זו, מפני שיש סבירות נמוכה שבשניהן יחד, בו־זמנית, תהיינה הפרעות כאלה.

KA-BAND הינה טכנולוגיה יותר חדישה. בתחום תדרים זה אפשר לכוון בדיוק רב עוד יותר את אלומות השידור, וכך לאפשר לתחנות קרקעיות להיות קטנות וזולות יותר.

הדרישה ההולכת וגוברת לתקשורת לוויינית דורשת גישה זמינה ואמינה לשימוש בערוצי תקשורת. בעצם זוהי דרישה כללית מתווך תקשורת משותפת, אבל בתקשורת לוויינית הבעייה היא מורכבת יותר בגלל שמשתמשי טרנספונדר אחד מפוזרים באזור גיאוגרפי גדול מאד.

קיימות שיטות גישה שונות, כגון פרוטוקול תקשורת ALOHA המאפשר גישה אקראית (RANDOM ACCESS) ואם יש התנגשות בין שני משתמשים, צריכים לחזור על השידור. קיימת גם שיטת חלוקה במרווחי זמן לכל תחנה; בשיטה זאת יש צורך במודמים מהירים מאד כדי להעביר נתונים בקצב גבוה.

טכניקה חדישה יותר – המנצלת ביעילות

***בהשוואה לשימוש בקו תקשורת קרקעי שכור באורך של 1000 ק״מ, ההשקעה בלוויין תקשורת מחזירה את עצמה תוך שנתיים. ההחזר הוא יותר מהיר אם יש צורך בשידור בו־זמני של נתונים למספר רב של משתמשים שהלוויין מאפשר.***

גבוהה יותר את הזמן לעומת השיטה הקודמת שבה הזמן נמצא לרשות התחנה אפילו אם אין לה מה לשדר – הינה קבלת מרחב זמן (TIME SLOT) רק בהתאם לדרישה. טכניקה זאת ידועה בשם חלוקה דינמית (DYNAMICAL ALLOCATION), לעומת חלוקה סטטית (PREALLOCATION).

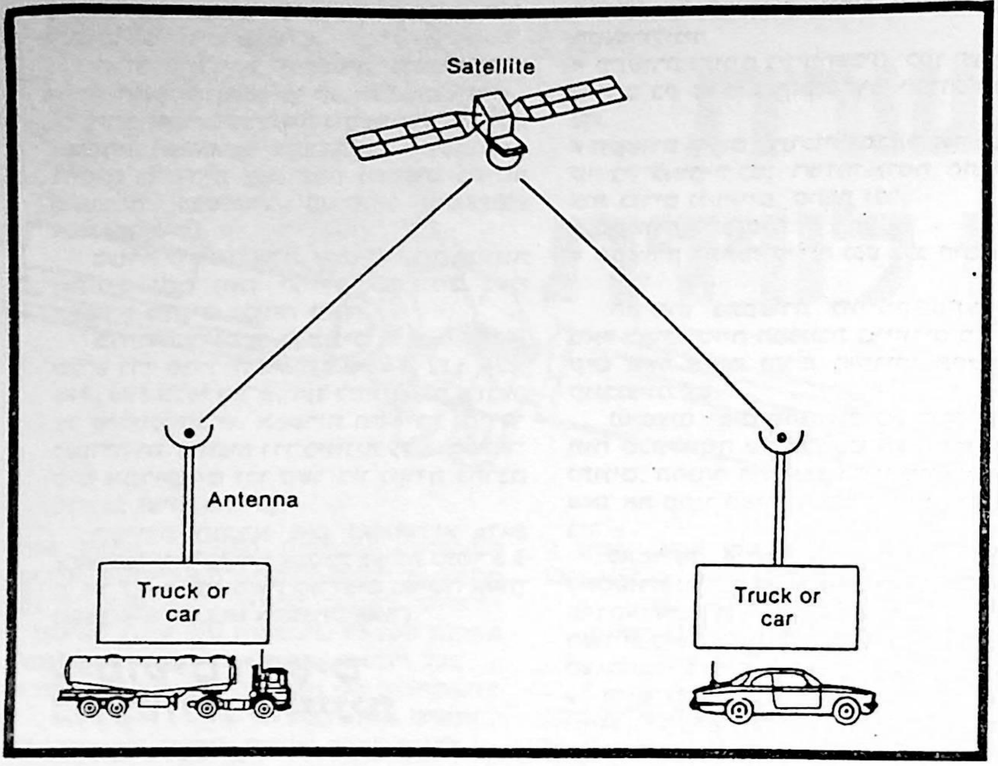
בין המאפיינים האחרים החשובים לתקשורת לווינית, אפשר להזכיר:

- השהיית ההתפשטות (PROPAGATION DELAY) של האותות לכל כיוון היא 270 מילישניות זאת אומרת סה״כ 540 מ״ש.

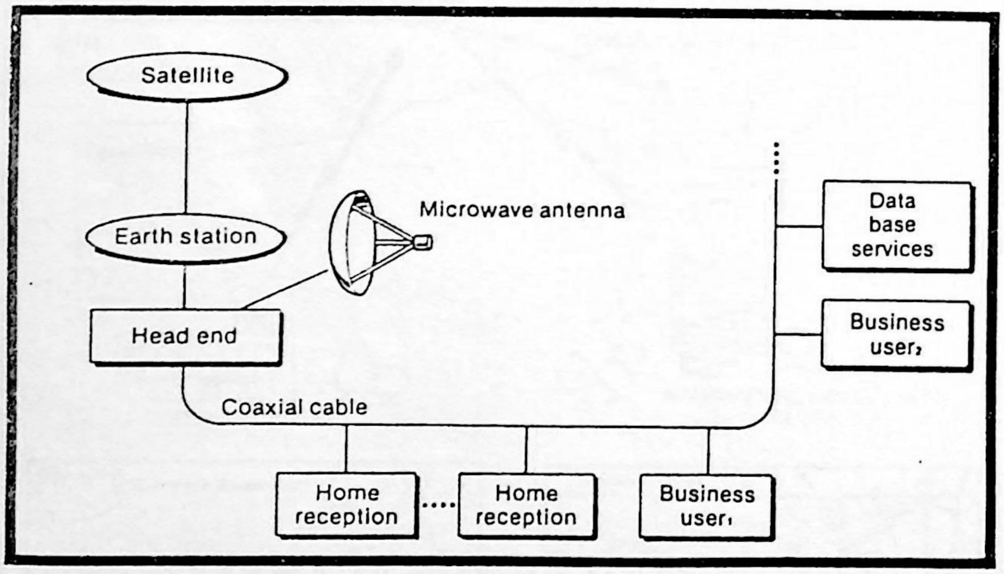
תקשורת לווינית, משמשת יותר ויותר לא רק להעברת שידורי טלוויזיה אלא גם לנתונים. כשמעבירים נתונים, לפעמים יש צורך ב־ACK (ACKNOWLEDGMENT) של קבלת המנה (PACKET) בצורה נכונה לפני שהתחנה משדרת את המנה הבאה.

הדבר מקטין את ה־THROUGHPUT (מספר הביטים העוברים ללא שגיאות בזמן מסויים), מכיון שכמחצית מהזמן מחכים ל־ACK (לדוגמא במקרה של מחשבי יבמ המשתמשים בפרוטוקול BSC).

- עלות התקשורת הלווינית היא בלתי תלוייה במרחק, זאת אומרת ששני מחשבים יכולים להתקשר ביניהם מכל מרחק בתנאי ששניהם נמצאים במידרך הרגל של הלווין.
- אפשר להצפין ולקודד תשדורות אם הדבר נחוץ.




*ציור מס׳ 3 – תקשורת עסקית מבוססת לוויין, טלוויזיה בכבלים ומיקרוגל בקשר־עין על־פני הקרקע. ניתן להעביר נתונים בו־זמנית עם שידורי הטלוויזיה*




*ציור מס׳ 4 – של״ן – שירותי לוויין ניידים לכלי תחבורה מאפשרים קשר ישיר בין הכלים שבתנועה באמצעות קו־מעלה קו־מטה של הלוויין*

## עלויות והיבטים כלכליים

התפתחויות טכנולוגיות הביאו לירידת עלויות. תחנת קרקע שיש לה גישה לערוץ אחד בלווין עלתה עד לא מזמן 200,000 עד 300,000 דולר; טכניקות חדישות הורידו את המחירים לפחות מ־100,000 דולר:

הטכנולוגיה החדישה ביותר, VSAT (VERY SMALL APERTURE TERMINALS) משתמשת בתחנת קרקע בעלת קוטר 1.2 מ׳ והמחיר הוא פחות מ־5000 דולר.

ה־VSAT היא טכנולוגיה המאפשרת העברת נתונים רק במהירויות נמוכות בלבד, כך שהיא מהווה רק תחליף חלקי לשימוש במודמים בהעברת נתונים דרך קווי טלפון.

בהשוואה לשימוש בקו תקשורת קרקעי שכור באורך של 1000 ק״מ, ההשקעה בלווין תקשורת מחזירה את עצמה תוך שנתיים. ההחזר הוא יותר מהיר אם יש צורך בשידור בו־זמני של נתונים למספר רב של משתמשים שהלווין מאפשר.

ישנם ארגונים שחוסכים בעזרת מכירה או השכרת שימוש בתחנות קרקע שלהם והשכרת

ערוצים על הלווין לחברות/ארגונים יותר קטנים המהווים צד ג׳.

יתרון גדול של תקשורת לווינית הינו קלות התקנת תחנת קרקע אצל המשתמש.

התפתחות טכנולוגית נוספת הינה ה־.S.B.S (SATELLITE BUSINESS SYSTEMS) המשתמשים בתחום התדרים GHZ 14/12 ועובדים בשיטה סיפרתית בפס־רחב (WIDEBAND DIGITAL INTEGRATION).

בעזרת לויינים אלה, ניתן להעביר תמונות ונתונים והם מאד יעילים לארגונים בעלי תעבורת נתונים גבוהה מאד.

מהירות העברת הנתונים נעה בין 2400 סל״ש דרך מהירות בינונית של 56, 112, 224, 448, 896 אלפי סל״ש, ועד למהירויות גבוהות של מיליוני סל״ש. אפשרות תקשורת נקודה־לנקודה חד־כיוונית ודו־כיוונית על־פי סטנדרטים אמריקאים וכן קשר בין נקודה להרבה נקודות (ציור מס׳ 3).

השירות הנקרא DNS (DATA NETWORK SERVICE) ניתן בעזרת אנטנת בעלות קוטר 3.6 מ׳ או 4.7 מ׳ עם גישה לערוצים בשיטה TDMA (TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS).

## שימושים חדשים בתקשורת לוויינית

מעבר למטרה ההתחלתית לספק קשר בין־יבשתי – אלטרנטיבי לכבלים תת־ימיים – לטלפוניה, שידורי טלוויזיה ולהעברת נתונים, התקשורת הלווינית התרחבה לתחומים חדשים:

- תקשורת יבשתית לרכבות, משאיות ומכוניות.
- תקשורת למערכות איסוף נתונים, כגון מטאורולוגיה.
- תקשורת נתונים בין־מחשבים, כגון העברת נתונים בין סניפי בנקים וסניפי חברות תעופה.
- תקשורת חירום ומערכות התראה בעת מצוקה בין־לאומית כגון: רעידות אדמה, התפוצצות כורים גרעיניים, סופות וכו׳.
- תקשורת למטוסים.
- תקשורת לתחנת קידוח נפט בלב הים.

ועוד.

השימוש בתקשורת לוויינית מתאימה מאד לאוכלוסייה המפוזרת באיזורים מרוחקים אשר איננה נהנית משירותי תקשורת קונבנציונליים.

מאמצים רבים מושקעים לאחרונה בפיתוח טכנולוגייה שתיושם בשירותי תקשורת נתונים. ההנחה היא שבצורה זו ניתן להוזיל מאד את מחיר השירות לעומת תקשורת בדיבור.

לאחרונה פותח אב־טיפוס של ציוד לתקשורת נתונים באמצעות לוויינים, הנקרא C-STANDARD. הוא מיועד לפעול על מערכת הלוויינים של ארגון INMARSAT, להבדיל מ־A-STANDARD הקיים. (הארגון INMARSAT חולש על תקשורת בין אוניות שטות באוקיינוסים ושיגר לחלל רשת של לווינים המספקת כיסוי אלחוטי בכל העולם, עבור תקשורת טלפון, העברת נתונים וטלגרפיה בין אוניות לבין תחנות חוץ).

׳של״ן׳ – שירותי לויין ניידים בתנועה – מהווים מעין הרחבת שירות של רדיו־טלפון תאי שמיועד לאזור מוגבל, לאזורים בכל רחבי העולם.

במקום חלוקת האזורים לתאים בצורת חלת דבש (HONEYCOMB) שברדיו התאי, השל״ן מבטיח כיסוי רחב מאוד רק עם מהדר (REPEATER) על המסלול הגיאוסטציונרי (ציור מס׳ 4).

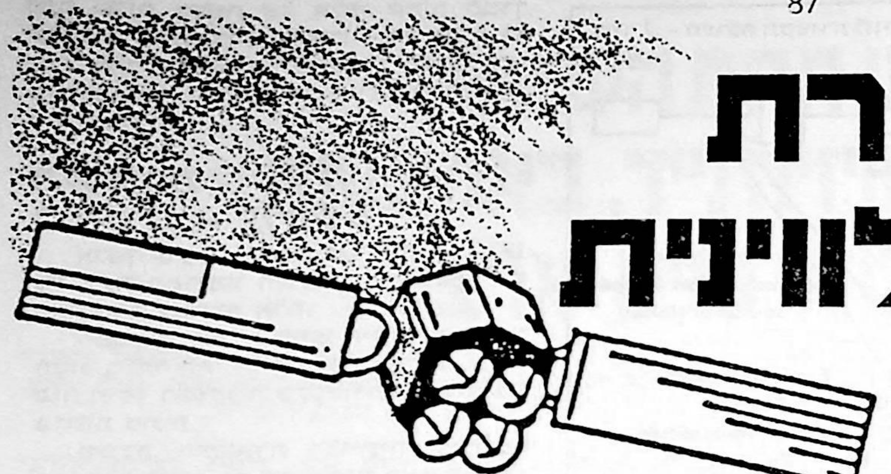
מצפים ששל״ן יהיה מהתחלה מכוון להעברת נתונים. גם העברת דיבור היא אפשרית, אבל יקרה מידי, מכיוון שרק כמה אלפי משתמשי טלפון יכולים לקבל שירות מערוץ לוויין אחד, לעומת מאות אלפי משתמשים היכולים לנצל ערוץ אחד להעברת נתונים.

נוסף לכך, עבור העברת נתונים, כלי רכב בתנועה צריכים אנטנה קטנה מאד על הגג, כשעבור דיבור יהיה צורך באנטנה של כמטר אחד.

של״ן מתוכנן לעבוד בארה״ב יחד עם שירות איתור כללי (.G.P.S, GLOBAL POSITIONING SYSTEM) שייכנס לפעולה כנראה רק ב־1990 ע״י משרד ההגנה. את מקלטי של״ן המחוברים ל־.G.P.S יהיה ניתן לאתר בדיוק של 100 מטר.

השיטה יכולה לקבל גם שימושים מסחריים, לדוגמה: מפעלים שצריכים ליצור קשר עם כלי תנועה הנמצא בין מדינות שונות.

התפתחות הסיבים האופטיים הביאה להוזלה רבה של התקשורת היבשתית והתת־ימית לטלפוניה, טלוויזיה ונתונים והיא מהווה טכנולוגיה מתחרה לתקשורת הלווינית. לכן אחד הכיוונים העיקריים שבהם תתפתח התקשורת הלווינית הינו שרותי תקשורת לגופים בתנועה (מכוניות, אניות, מטוסים) ששם אי־אפשר לתת תקשורת חוטית, וכן תקשורת לאזורים דלי אוכלוסיה.



# לוויני תקשורת ותקשורת לוויינית

## חלק II – המצב בארץ ובאזורנו

במסגרת המגמה לשיפור התקשורת בכלל והתקשורת הפנים־ארצית בפרט, התקשורת הלויינית מהווה פתרון יעיל עבור שידורי טלוויזיה, העברת שיחות ארוכות טווח (במקום בכבל תת־ימי, או כהשלמה לו) ותקשורת מחשבים.

בהתאם להודעות בעיתונות הישראלית לישראל יש תוכניות לשדר לחלל, באמצעות לוויני תקשורת: 'עמוס 1' ו'עמוס 2', בסוף 1992 או בתחילת שנת 1993.

הארצות השכנות, המדינות הערביות, שיגרו כבר לוויני תקשורת 'ערבסט' (ARABSAT - ARAB SATELLITE COMMUNICATION ORGANIZATION) כדי לשפר את התקשורת באזורם ולעומת זאת התקשורת הקרקעית נדחקה למקום השני.

### תקשורת לוויינית פנים ארצית

עד שלישראל יהיה לוויין תקשורת משלה, המדינה שכרה שלושה משיבים (טרנספודרים) בלוויין הבין־לאומי 'אינטלסט V'.

התכונות המיוחדות של הצינור הזה (ערוץ פנים־ארצי) מאפשרות לפתור בעיות חריגות כגון עקיפת הרשת הכללית, גמישות השימוש, ועוד, וגם להשתמש בו כאמצעי משלים לתשתית הקרקעית לתקשורת בין נקודות מרוחקות, בצורת נקודה־לנקודה (נל"ן), במחירים סבירים (אנטנות קליטה בעלות קוטר 1.8 מ').

השימוש בתקשורת לוויינית פנים־ארצית מבוסס על יוזמת משרד התקשורת (1983), אשר יחד עם חב' בזק הקימו חברה־בת 'אפיק תקשורת' לשימוש בלוויין 'אינטלסט V', שהפריסה שלו מאפשרת קליטה באמינות גבוהה.

הלוויין נמצא ב־359 מעלות E ועובד בתחום KU-BAND ב־GHZ 14/11 (אלפי מיליוני הרץ). השימוש במשיבים הוא בחלוקת מרווחי זמן T.D.M.A. (TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS)או בריבוב תדר F.D.M. (FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING).

הקצבים יכולים להיות 2 מסל"ש, 8 מסל"ש ו־32 מסל"ש לערוץ אחד, הודות לרוחב־פס הגדול של המשיבים.

בעזרת לוויין זה אפשר להעביר בין היתר טלוויזיה בתשלום (PAY-TV) כגון H.B.O. (HOT BOX OFFICE) ותוכניות אחרות. נוסף לכך אפשר להעביר נתונים בתקשורת דו־כיוונית

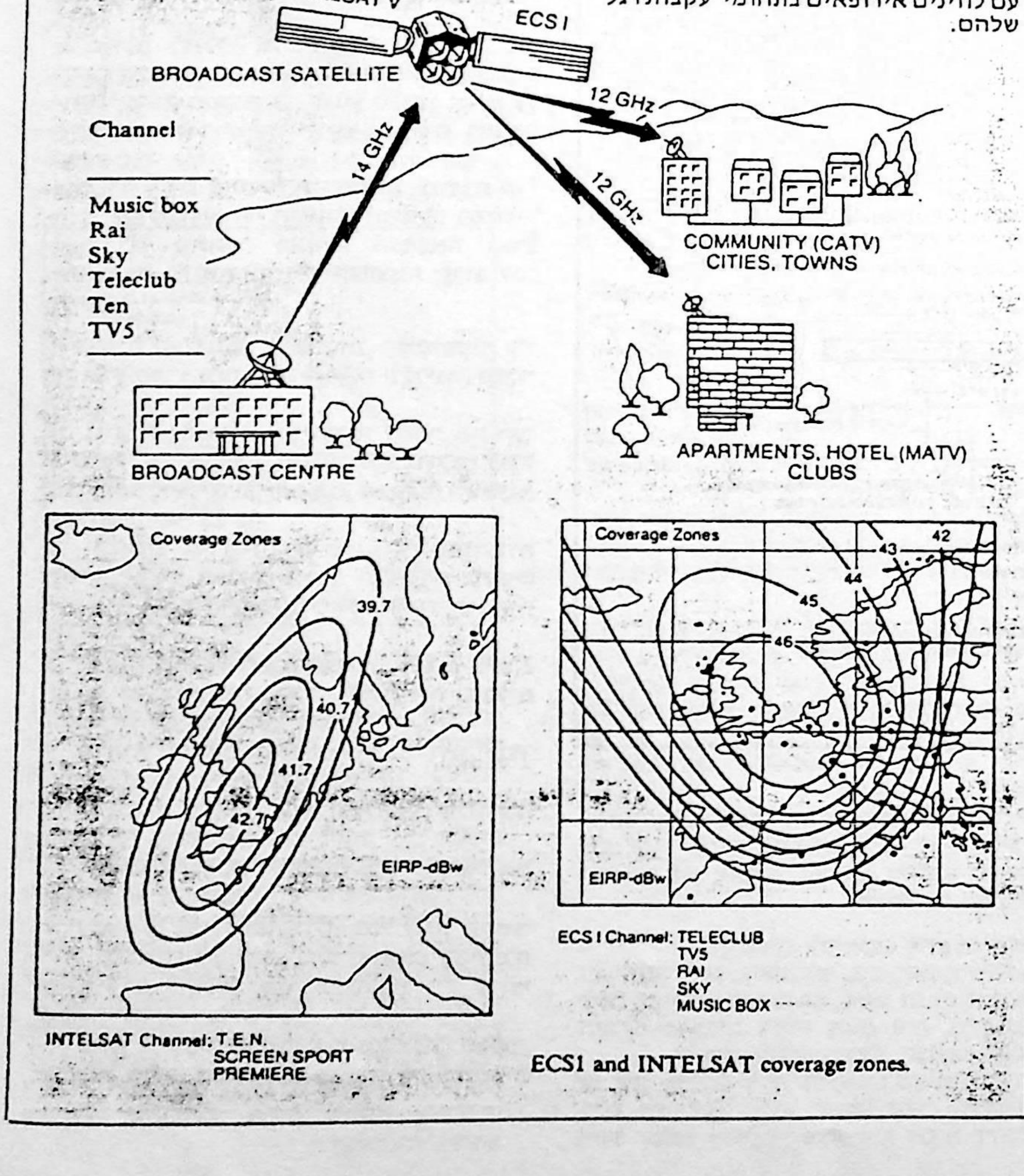
ללוייני התקשורת הישראלים 'עמוס 1' ו'עמוס 2', הוקצב מקום בחלל הנמצא ב־15 מעלות E ובתחום תדרים KU-BAND בהתאם לבקשת חב' ג'נרל סאטלייט קורפוריישן' (ג'י.אס.סי').

בהמשך, החברה בחרה בפיתוח כחול־לבן של לויין תקשורת וחתמה חוזה עם מב"ת של התעשייה האווירית (1988). באותה שנה חתמה על הסכם עם החברה הצרפתית 'אריאן אספאס' לשיגור הלויין בסוף שנת 92 או תחילת שנת 93 באמצעות טיל שיגור 'אריאן'.

ככל הנראה, הלויין יהיה קטן וזול יותר מהמתחרים שלו ומודולרי, כך שכל לקוח יוכל להתאים אותו לצרכיו.

ללויין תהיה מערכת אנטנות שיאפשרו לו

ציור 1. – דוגמה של תקשורת לוויינית חד־כיוונית עם לוויינים אירופאים בתחומי 'עקבות רגל' שלהם.




ECS1 and INTELSAT coverage zones.

ערוצים על הלווין לחברות/ארגונים יותר קטנים המהווים צד ג׳.

יתרון גדול של תקשורת לווינית הינו קלות התקנת תחנת קרקע אצל המשתמש.

התפתחות טכנולוגית נוספת הינה ה־S.B.S. (SATELLITE BUSINESS SYSTEMS) המשתמשים בתחום התדרים GHZ 14/12 ועובדים בשיטה סיפרתית בפס־רחב (WIDEBAND DIGITAL INTEGRATION).

בעזרת לוויינים אלה, ניתן להעביר תמונות ונתונים והם מאד יעילים לארגונים בעלי תעבורת נתונים גבוהה מאד.

מהירות העברת הנתונים נעה בין 2400 סל״ש דרך מהירות בינונית של 56, 112, 224, 448, 896 אלפי סל״ש, ועד למהירויות גבוהות של מיליוני סל״ש. אפשרות תקשורת נקודה־לנקודה חד־כיוונית ודו־כיוונית על־פי סטנדרטים אמריקאים וכן קשר בין נקודה להרבה נקודות (ציור מס׳ 3).

השירות הנקרא DNS (DATA NETWORK SERVICE) ניתן בעזרת אנטנת בעלות קוטר 3.6 מ׳ או 4.7 מ׳ עם גישה לערוצים בשיטה TDMA (TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS).

## שימושים חדשים בתקשורת לוויינית

מעבר למטרה ההתחלתית לספק קשר בין־יבשתי – אלטרנטיבי לכבלים תת־ימיים – לטלפוניה, שידורי טלוויזיה ולהעברת נתונים, התקשורת הלווינית התרחבה לתחומים חדשים:

- תקשורת יבשתית לרכבות, משאיות ומכוניות.
- תקשורת למערכות איסוף נתונים, כגון מטאורולוגיה.
- תקשורת נתונים בין־מחשבים, כגון העברת נתונים בין סניפי בנקים וסניפי חברות תעופה.
- תקשורת חירום ומערכות התראה בעת מצוקה בין־לאומית כגון: רעידות אדמה, התפוצצות כורים גרעיניים, סופות וכו׳.
- תקשורת למטוסים.
- תקשורת לתחנת קידוח נפט בלב הים.

ועוד.

השימוש בתקשורת לוויינית מתאימה מאד לאוכלוסייה המפוזרת באיזורים מרוחקים אשר איננה נהנית משירותי תקשורת קונבנציונליים.

מאמצים רבים מושקעים לאחרונה בפיתוח טכנולוגייה שתיושם בשירותי תקשורת נתונים. ההנחה היא שבצורה זו ניתן להוזיל מאד את מחיר השירות לעומת תקשורת בדיבור.

לאחרונה פותח אב־טיפוס של ציוד לתקשורת נתונים באמצעות לוויינים, הנקרא C-STANDARD. הוא מיועד לפעול על מערכת הלוויינים של ארגון INMARSAT, להבדיל מ־A-STANDARD הקיים. (הארגון INMARSAT חולש על תקשורת בין אוניות שטות באוקיינוסים ושיגר לחלל רשת של לווינים המספקת כיסוי אלחוטי בכל העולם, עבור תקשורת טלפון, העברת נתונים וטלגרפיה בין אוניות לבין תחנות חוף).

״של־ן״ – שירותי לווין ניידים בתנועה – מהווים מעין הרחבת שירות של רדיו־טלפון תאי שמיועד לאזור מוגבל, לאזורים בכל רחבי העולם.

במקום חלוקת האזורים לתאים בצורת חלת דבש (HONEYCOMB) שברדיו התאי, השל־ן מבטיח כיסוי רחב מאוד רק עם מהדר (REPEATER) על המסלול הגיאוסטציונרי (ציור מס׳ 4).

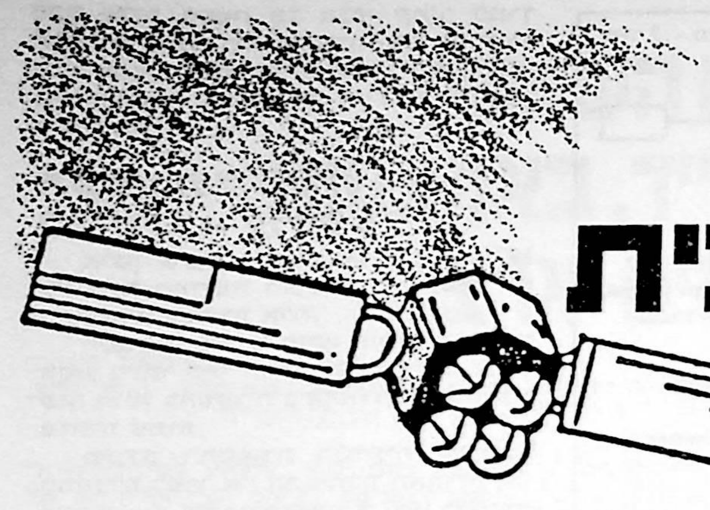
מצפים ששל־ן יהיה מהתחלה מכוון להעברת נתונים. גם העברת דיבור היא אפשרית, אבל יקרה מידי, מכיוון שרק כמה אלפי משתמשי טלפון יכולים לקבל שירות מערוץ לוויין אחד, לעומת מאות אלפי משתמשים היכולים לנצל ערוץ אחד להעברת נתונים.

נוסף לכך, עבור העברת נתונים, כלי רכב בתנועה צריכים אנטנה קטנה מאד על הגג, כשעבור דיבור יהיה צורך באנטנה של כמטר אחד.

של־ן מתוכנן לעבוד בארה״ב יחד עם שירות איתור כללי (.G.P.S, GLOBAL POSITIONING SYSTEM) שייכנס לפעולה כנראה רק ב־1990 ע״י משרד ההגנה. את מקלטי של־ן המחוברים ל־.G.P.S יהיה ניתן לאתר בדיוק של 100 מטר.

השיטה יכולה לקבל גם שימושים מסחריים, לדוגמה: מפעלים שצריכים ליצור קשר עם כלי תנועה הנמצא בין מדינות שונות.

התפתחות הסיבים האופטיים הביאה להוזלה רבה של התקשורת היבשתית והתת־ימית לטלפוניה, טלוויזיה ונתונים והיא מהווה טכנולוגיה מתחרה לתקשורת הלווינית. לכן אחד הכיוונים העיקריים שבהם תתפתח התקשורת הלווינית הינו שרותי תקשורת לגופים בתנועה (מכוניות, אניות, מטוסים) ששם אי־אפשר לתת תקשורת חוטית, וכן תקשורת לאזורים דלי אוכלוסיה.



# לוויני תקשורת ותקשורת לוויינית

## חלק II - המצב בארץ ובאזורנו

במסגרת המגמה לשיפור התקשורת בכלל והתקשורת הפנים־ארצית בפרט, התקשורת הלוויינית מהווה פתרון יעיל עבור שידורי טלוויזיה, העברת שיחות ארוכות טווח (במקום בכבל תת־ימי, או כהשלמה לו) ותקשורת מחשבים.

בהתאם להודעות בעיתונות הישראלית לישראל יש תוכניות לשדר לחלל, באמצעות לוויני תקשורת: 'עמוס 1' ו'עמוס 2', בסוף 1992 או בתחילת שנת 1993.

הארצות השכנות, המדינות הערביות, שיגרו כבר לוויני תקשורת 'ערבסט' (ARABSAT - ARAB SATELLITE COMMUNICATION ORGANIZATION) כדי לשפר את התקשורת באזורם ולעומת זאת התקשורת הקרקעית נדחקה למקום השני.

### תקשורת לוויינית פנים ארצית

עד שלישראל יהיה לוויין תקשורת משלה, המדינה שכרה שלושה משיבים (טרנספודרים) בלוויין הבין־לאומי 'אינטלסט V'.

התכונות המיוחדות של הצינור הזה (ערוץ פנים־ארצי) מאפשרות לפתור בעיות חריגות כגון עקיפת הרשת הכללית, גמישות השימוש, ועוד, וגם להשתמש בו כאמצעי משלים לתשתית הקרקעית לתקשורת בין נקודות מרוחקות, בצורת נקודה־לנקודה (נל־ן), במחירים סבירים (אנטנות קליטה בעלות קוטר 1.8 מ').

השימוש בתקשורת לוויינית פנים־ארצית מבוסס על יוזמת משרד התקשורת (1983), אשר יחד עם חב' בזק הקימו חברה־בת 'אפיק תקשורת' לשימוש בלוויין 'אינטלסט V', שהפריסה שלו מאפשרת קליטה באמינות גבוהה.

הלוויין נמצא ב־359 מעלות E ועובד בתחום KU-BAND ב־GHZ 14/11 (אלפי מיליוני הרץ). השימוש במשיבים הוא בחלוקת מרווחי זמן T.D.M.A. (TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS) או בריבוב תדר F.D.M. (FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING).

הקצבים יכולים להיות 2 מסל"ש, 8 מסל"ש ו־32 מסל"ש לערוץ אחד, הודות לרוחב־פס הגדול של המשיבים.

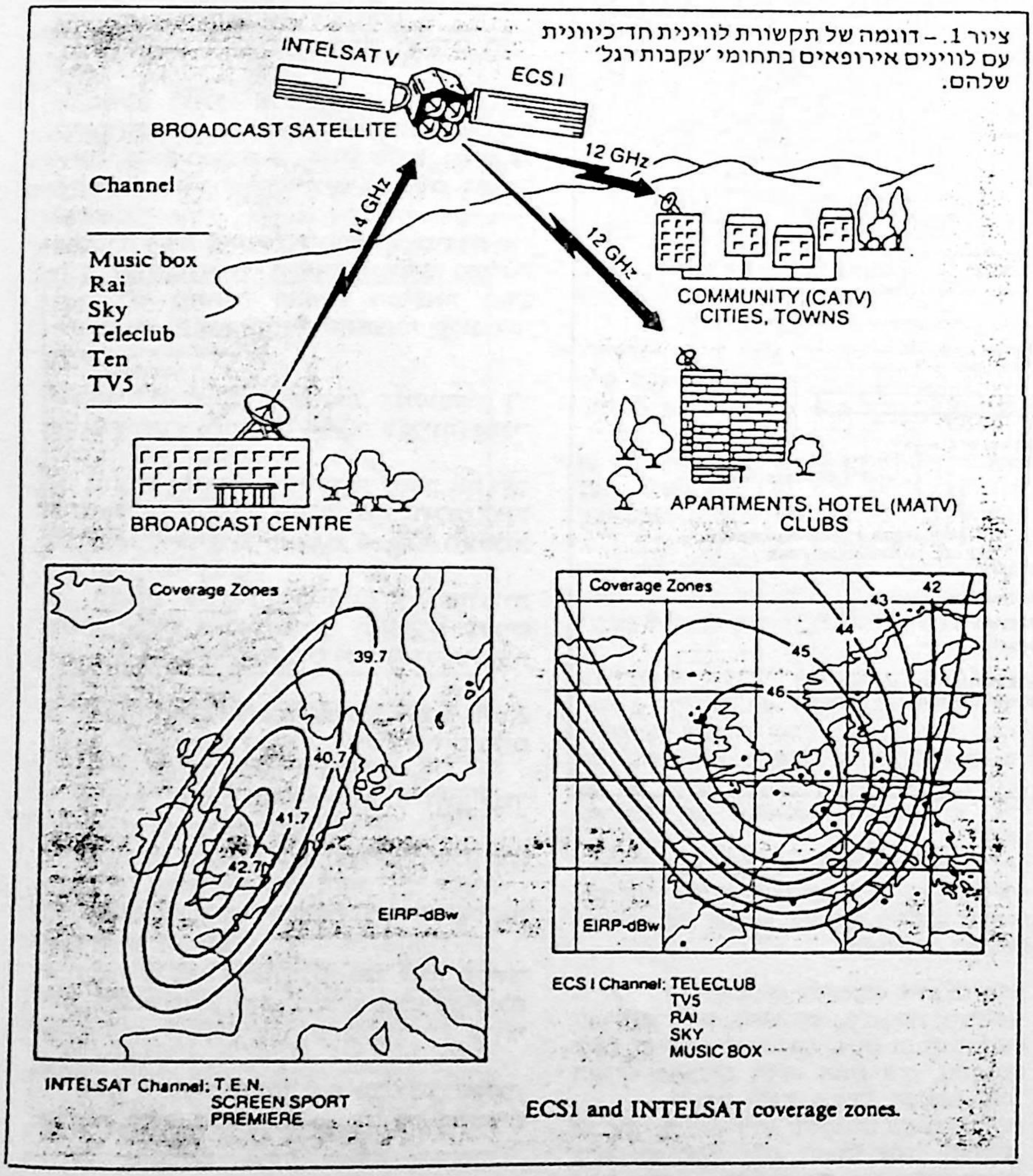
בעזרת לוויין זה אפשר להעביר בין היתר טלוויזיה בתשלום (PAY-TV) כגון H.B.O. (HOT BOX OFFICE) ותוכניות אחרות. נוסף לכך אפשר להעביר נתונים בתקשורת דו־כיוונית

ללוויני התקשורת הישראלים 'עמוס 1' ו'עמוס 2', הוקצב מקום בחלל הנמצא ב־15 מעלות E ובתחום תדרים KU-BAND בהתאם לבקשת חב' ג'נרל סאטלייט קורפוריישן (ג'י.אס.סי').

בהמשך, החברה בחרה בפיתוח כחול־לבן של לוויין תקשורת וחתמה חוזה עם מב"ת של התעשייה האווירית (1988). באותה שנה חתמה על הסכם עם החברה הצרפתית 'אריאן אספאס' לשיגור הלוויין בסוף שנת 92 או תחילת שנת 93 באמצעות טיל שיגור 'אריאן'.

ככל הנראה, הלוויין יהיה קטן וזול יותר מהמתחרים שלו ומודולרי, כך שכל לקוח יוכל להתאים אותו לצרכיו.

ללוויין תהיה מערכת אנטנות שיאפשרו לו




ציור 1. – דוגמה של תקשורת לוויינית חד־כיוונית עם לוויינים אירופאים בתחומי 'עקבות רגל' שלהם.

ECS1 and INTELSAT coverage zones.

לתת שרות בשטח של אלפי קמ״ר לצורך תקשורת פנים. כושר השידור שלו יהיה רב יותר מהביקוש לשידורים ישראליים, כך שתהיה אפשרות להשכיר את שירותיו ללקוחות שונים בחו״ל.

## תקשורת לויינית באזורנו – ׳ערבסט׳

ארגון ערבסט (ARABSAT) הוקם ב־1976 ע״י ליגת המדינות הערביות כדי לשפר את התקשורת בארצות אלה.

המסקנה שאליה הגיעו הייתה שהפתרון הטוב ביותר הינו התקשורת הלויינית, כיוון שזה חוסך בהשקעות בתקשורת קרקעית בין מדינות שונות.

מערכת התקשורת הלויינית ׳ערבסט׳, המיועדת לשפר את התקשורת האזורית והפנים ארצית, התחילה לפעול ב־1981 כשנחתם חוזה לייצור שלושה לויני תקשורת עם שותפות של חברה אמריקאית וחברה אירופית. ב־1983 נחתם חוזה עם חברה יפנית לייצור תחנה לויינית קרקעית לבקרה, פיקוח, ומדידות מרחוק, עבור לויני ׳ערבסט׳. תחנות קרקע לתקשורת מיוצרות ע״י הארצות השייכות לליגה ובסיוע של הארגון.

׳ה׳ערבסט׳ מהווה חלק מהתקשורת הכללית ולא תחליף לתקשורת קרקעית או כלל לויינית. הלויינים שוגרו ב־1985 .

המערכת מורכבת משלוש חלקים חשובים:

- החלק בחלל: שני לויינים, ׳ערבסט׳ 1A ו־׳ערבסט׳ 1B. (הראשון נמצא ב־19 מעלות E והשני ב־26 מעלות E). לויין שלישי נמצא על הקרקע כרזרבה. הלויינים נמצאים בתחום C-BAND.
- בקרת רשת לויינית, המפקחת, מודדת מרחוק, ועוקבת אחרי השיגור והפעולה במסלול ומורכבת מתחנה ראשית הנמצאת בערב הסעודית ותחנה משנית הנמצאת קרוב לטוניס.
- תחנות קרקעיות לתקשורת, המסופקות ע״י כל ארץ וארץ (מתוך 22 ארצות שבליגה) ומכילות:

א. תחנות אזוריות המיועדות לשרת את הערים בעלות תעבורה תקשורתית גדולה, כולל שידורי טלוויזיה (ב־C-BAND, GHZ 6/4) ואנטנות בעלות קוטר 11 מ׳.

ב. תחנות עירוניות ב־C-BAND, המיועדות לשרת ערים בעלות צורכי תקשורת קטנים יותר ומסוגלות רק לקלוט ולא לשדר תוכניות טלויזיה.

ג. תחנות S-BAND (SEMI-DIRECT, 2,500–2,690 MHZ) עבור קליטה בלבד, לטלוויזיה בכבלים ואנטנות בעלות קוטר 3 מ׳.

ד. תחנות C-BAND, מאד קטנות וניידות, עבור תקשורת במצבי חרום.

ה. תחנות C-BAND עבור קליטת טלויזיה באזורים מרוחקים.

לויני ׳ערבסט׳ נותנים בין השאר את השרותים הבאים:

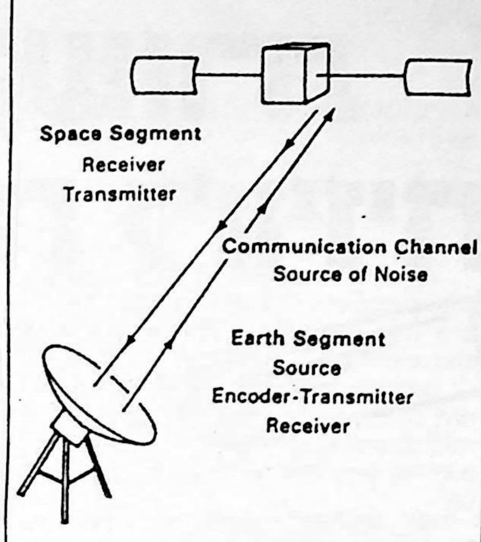
- תקשורת נקודה־לנקודה; בכל לויין תקשורת, נמצאים 25 ערוצים ב־C-BAND בקיבולת שוות־ערך ל־8000 שיחות טלפון ו־7 ערוצי טלוויזיה.

ניתן להעביר שירותים שונים כגון: טלפון, טלקס, רדיו, טלוויזיה, נתונים בין מחשבים ומסופים, פקסימיליה, דואר אלקטרוני, ועידות וידיאו, עיתונות מרחוק, בנקאות וכו׳.

למערכת יש 10 משיבים לטלפון אזורי המשתמשים ב־FDM/FM (ריבוב חלוקת תדר ואיפנון בתדר); שני משיבים המשתמשים ב־SCPC/FM (נושא יחיד לכל ערוץ ואיפנון בתדר); משיב אחד עבור טלוויזיה אזורית; משיב אחד עבור טלוויזיה בכבלים ושלושה משיבים עבור מקרי חרום.

9 משיבים נוספים משמשים לתקשורת פנים־ארצית.

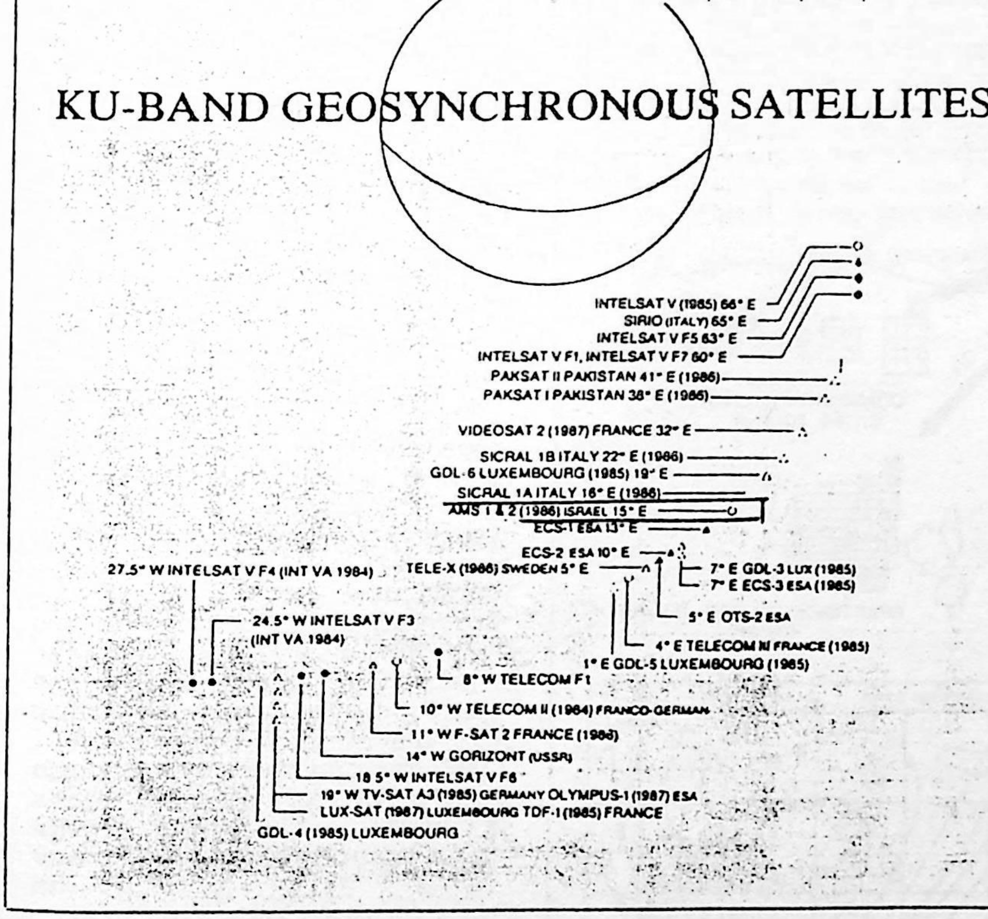
ציור 2. – מערכת תקשורת לווינית.




## מבט לעתיד

התקשורת הלויינית, עוברת גם היא תהליך של העברה לתקשורת סיפרתית (דיגיטליזציה) ואינטגרציה, כך שיותר ויותר היא מאפשרת השלמה לתקשורת קרקעית ליצירת תקשורת סיפרתית רחבת־סרט, עבור שירותים משולבים.

ציור 3. – ללוויני תקשורת ישראלים ׳עמוס 1׳ ו׳עמוס 2׳ הוקצב מקום בחלל, ב־E15 מעלות.



# יש חדש תחת השמש: 'מימסר טלוויזיה נייד, באמצעות שירות לוויני פנים-ארצי'

בתערוכת IEEE (בכינוס מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה) שהתקיימה בחודש מרץ, הציגה חברת 'בזק' מערכת ניידת לתמסורת טלוויזיה ולתמסורת סיפרתית משלימה, של נתונים, באמצעות לוויין. המערכת הניידת מהווה מימסר טלוויזיה עבור שירות לווין פנים־ארצי. מושגי יסוד, צורת העבודה, שימושים אפשריים –

## מושגי יסוד בתקשורת לווינית

התקשורת הלוויינית חייבת את קיומה למהנדס ולסופר המדע הבדיוני האמריקאי ארטור סי. קלרק

במאמר שפירסם ב־WIRELESS WORLD, ב־1945, קלרק ניבא שניתן יהיה בעתיד לכסות בקשרי מיקרוגל את כל כדור הארץ, בעזרת שלושה לויינים (ציור מס' 1), בתנאי שלווינים אלה יהיו ממוקמים בחלל, במסלול מסויים הנקרא 'מסלול גיאוסטציונרי' או 'חגורת קלרק'.

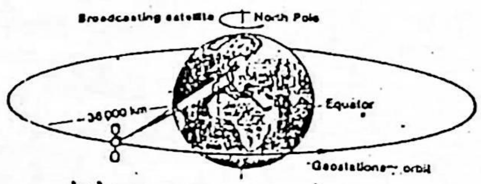
המייחד את המסלול זה היא העובדה, שמהירות הסבב של הלוויין במסלול, זהה למהירות סיבוב כדור הארץ סביב צירו (צפון־דרום), כך שלמרות שהלויין נע במהירות של 11,200 ק"מ/שעה, הוא נראה בנקודה מסויימת על־פני כדור הארץ, כאילו לא זז. כך יכולות תחנות קרקע קבועות, לקלוט ולשדר דרך הלווין, כשאינן חייבות לעקוב אחרי תנועת הלווינים, כמו במצב של לווינים הנעים במסלולים אחרים.

המסלול הגיוסטציונרי הוא מעגלי, ומקביל לקו המשווה, כדי להקנות ללווין סיבוב הזהה לזה של כדור הארץ (ציור מס' 2).

הרדיוס של כדור הארץ הוא כ־6,378 ק"מ, והוא מסתובב סביב צירו פעם אחת ב־24 שעות בקירוב.

כיוון שכדור הארץ פעם בשנה, מקיים גם סיבוב סביב השמש, מדידה מדוייקת של זמן שהיום, מאד מסובכת, והתוצאה שונה בהתאם למדידה מול השמש, כנקודת ייחוס, או מול כוכב מסויים כנקודת ייחוס.

בחישובים של תנועת לוויני תקשורת, יש לקחת בחשבון מספר רב של גורמים, כגון: אי־דיוק בצורת המעגל של קו המשווה, כח המשיכה והדחייה של כדור הארץ, שניגודם, מאפשר יציבות הלוויין במסלול שלו, וכו'.




**ציור מס' 2: לויין תקשורת במסלול גיאוסטציונרי.**

הגובה של מסלול הגיוסטציונרי הוא כ־36,000 ק"מ מעל קו המשווה, וכדי שהלווין יגיע למסלול הזה, יש צורך במספר שלבים:

שיגור הלווין מנקודה הנמצאת על קו המשווה, לנקודה הנמצאת במסלול של כ־300–250 ק"מ מעל פני כדור הארץ. מהמסלול הנמוך הזה, מגדילים את מהירות התנועה של הלווין, ומעבירים אותו למסלול אליפטי שהמרחק הקטן שלו נמצא ב־270 ק"מ מפני כדור־הארץ, אבל המרחק הגדול ביותר כ־36,000 ק"מ, הנמצא על המסלול הגיוסטציונרי.

כשהלווין מגיע למסלול זה, מגדילים עוד יותר את מהירות התנועה שלו עד ל־3.044 ק"מ/שניה, הנדרש להעברת הלווין למסלול מעגלי גיוסטציונרי.

בנוסף לשמירת המהירות הקבועה, יש צורך גם בשמירת המיקום הקבוע על המסלול, בעיקר קיימת חשיבות לכך לגבי התחנות קרקעיות הקבועות (תזוזה של מעלה אחת ליום של הלוויין, יכולה לגרום לשינוי במרחק של 80 ק"מ על המסלול, שמשבש את הקליטה מהלווין).

מסלול הסיבוב צריך להיות מקביל לקו המשווה, שאילמלא כן, אדם המתבונן בלויין, יקבל את הרושם שהלווין מתנועע, ומעוות את התמונה על מסך הטלוויזיה.

אחת הבעיות העומדות כהבטחת אורך החיים של לווין תקשורת, שמשתרע, בדרך־כלל על־פני כ־7 עד 10 שנים, עם אפשרות הארכה לעוד כשנתיים, היא כמות הדלק הנמצאת לרשות הטיל המשגר, לצורך מיקום הלוויין.

ככל שהמיקום ההתחלתי יהיה מדוייק יותר על המסלול, ישאר מאגר גדול יותר של דלק, לצורך תיקון מיקומו של הלוויין במשך שנות חייו. גורמים נוספים, המשפיעים על תיפקוד הלווין הם השפעת האטמוספרה, (חום, לחץ, טיפות מים, גובה), והקרינה.

קיימות כיום שתי שיטות לשיגור לוויני תקשורת: שיטת הטילים האירופאית 'אריאן' ושיטת מעבורת החלל האמריקאית.

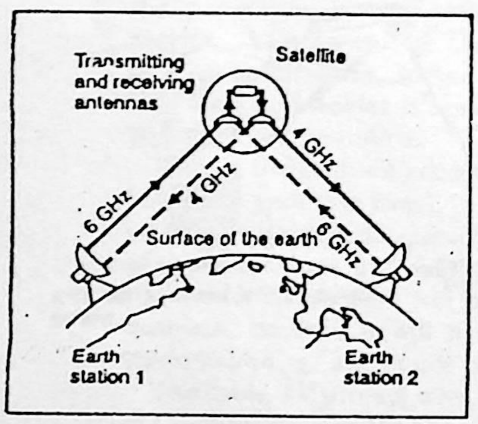
שיטת ה'אריאן' עברה מספר שלבים, והחדישה ביותר מתוכננת לשנת 1990.

לאחרונה הודיע גם סין על שיגור לוויני תקשורת ולצרכים עצמיים וגם עבור ארצות אחרות.

לאחר מספר כשלונות של 'אריאן' ו'צ'לנגר' האמריקאי; *התחילו לשגר בעזרת חברת 'החומה* הגדולה' של סין מספר ארצות, כמו: ארה"ב – חברת 'טלסאט' עבור WESTAR-6; שוודיה, חתמה חוזה שיגור ל־1991, וכו'.

הרוסים משתמשים בטכניקות שיגור שונות: הם משגרים מנקודות הנמצאות לא על קו המשווה, אלא בנקודות הנמצאות בקווים צפוניים מקבילים לקו המשווה.

בגלל ריבוי לוויני תקשורת במסלול הגיוסטציונרי, המרחק הזוויתי בין שני לווינים סמוכים היה קודם 4 מעלות , ירד ל־3 מעלות ועכשיו יירד ל־2 מעלות, ביחד עם הבטחת קליטה ושידור טובים.



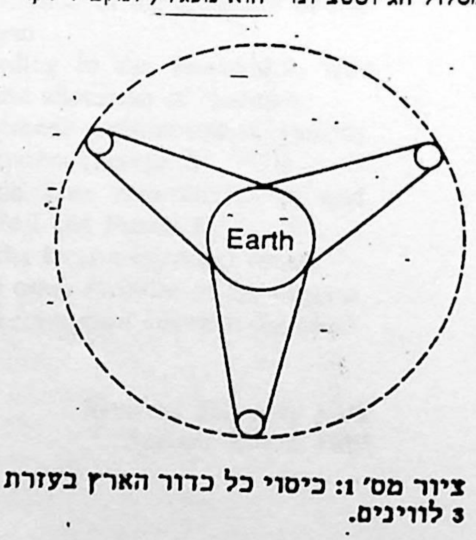

**ציור מס' 3: אנטנות קולטות ומשדרות.**

לכל לווין מוקצב מקום בחלל, כך שהלוויינים לא יפריעו זה לזה. (ללווין התקשורת הישראלי 'עמוס', מוקצבת הזווית 15 מעלות מזרח לגריניץ, מעל זאיר).

הקשר בין תחנת הקרקע ולווין התקשורת, נעשה במיקרוגל בשני כיוונים: 'קו־מעלה' ו'קו־מטה', שהם שונים, כדי למנוע הפרעות הדדיות בין שידור וקליטה אל ומאת הלווין.

המרחקים הגדולים בין תחנות הקרקע ללווין וחזרה, גורמים להשהייה של האותות (כ־0.54 הדקה בסה"כ). להשהייה חשיבות בעיקר בתחום ההעברת הנתונים, ולכן הושקעה עבודה רבה בהקטנת השפעתה.

הפרעות נוספות נובעות מהרעשי הארץ והשמים, השמש הירח, הכוכבים, פלנטות אחרות והגלאקסיה.




**ציור מס' 1: כיסוי כל כדור הארץ בעזרת 3 לווינים.**

הרעשים הם כלתי רצויים, וניתן לחלקם לשניים: ׳רעשים טבעיים׳ ו׳רעשים מלאכותיים׳ (כגון: מתח, השראה, וכו׳).
עקב תופעות אלה, לא כל ספקטרום התדרים יכול לשמש לתקשורת, אלא רק חלק מהם, במקום שהשפעתם קטנה ככל האפשר.

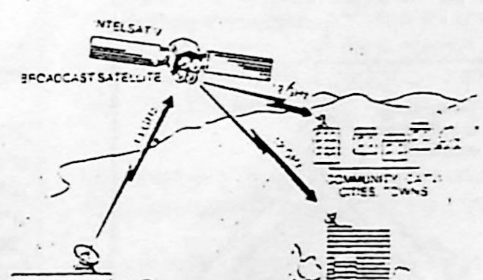
- C-BAND – בתחום 6/4 גיגה הרץ (אלפי מיליון הרץ).
- KU-BAND – בתחום 14/12 גיגה הרץ.
- KA-BAND – בתחום 30/20 גיגה הרץ.

(המספר הגבוה מצביע על ה׳קו־מעלה׳ והנמוך על ה׳קו־מטה׳).

לכל לויין תקשורת שטח השפעה על פני כדור הארץ בתחום התדרים שלו: הלווין ׳רואה׳ אזור מסויים הנקרא ׳טביעת רגל׳ שלו שבו אפשר לקלוט ולשדר. (ציור מס׳ 4)
על לויין התקשורת נמצא ציוד אלקטרוני המבצע הגברה והמרת תדרים, הנקרא ׳משיב׳. בעלי הלווין יכולים להשתמש או להשכיר ׳משיבים׳ כאלה, לזמן ארוך או מזדמן.
תחנת הקרקע מורכבת משלוש המרכיבים חשובים: משושה, מקלט, משדר.

## תקשורת לויינית פנים ארצית בישראל

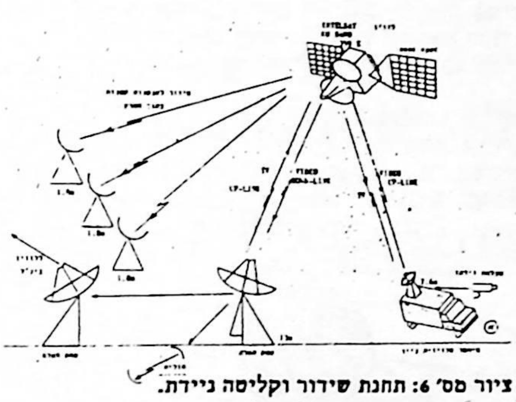
המדינה שכרה שלושה ׳משיבים׳ בלווין הבין־לאומי ׳אינטלסאט V, במטרה לשפר את התקשורת הפנים־ארצית, עד שלישראל יהיה לויין תקשורת משלה (אם בכלל...).
׳אינטלסאט׳ V, הממוקם ב־359"I עובד בתחום תדרים KU-BAND וטביעת הרגל שלו מאפשרת קליטה ושידור מתחנות קרקע נייחות (ציור מס׳ 5) או ניידות (ציור מס׳ 6).

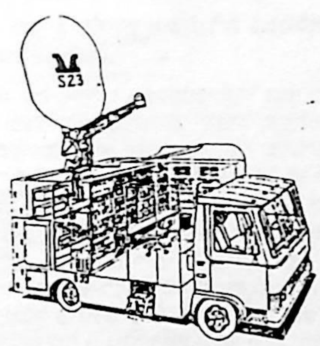


**ציור מס׳ 5: תחנות שידור וקליטה נייחות.**



**ציור מס׳ 4: טביעת רגל של לויינים על כדור הארץ.**


**ציור מס׳ 6: תחנת שידור וקליטה ניידת.**



**ציור מס׳ 7: הקרון עם ציוד לתקשורת לויינית נייד.**

לצורך קליטה בלבד, מספיקות אנטנות בעלות קוטר קטן יחסית (1.8 מ׳); עבור קליטה ושידור צריך אנטנות בעלות קוטר יותר גדול.
לאחר שהוצגו בעבר האפשרויות לקליטה ושידור נייחים (כנס איל״א, י־ם 1987, ע״י חב׳ ׳בזק׳ ו־יבמ) היה גם שימוש ניסיוני בתקשורת לווינית ניידת ב־1988 בזמן הבחירות, שבו השתמשה חב׳ ׳בזק׳ בשירות להזדמנויות של TRANSPORTABLE E/S. FLY-AWAY TERMINAL TYPE KU-BAND של EUTELSAT I-F2 TEMPORARY TV SERVCE.

בתערוכת כינוס IEEE בתל־אביב (מרץ 89) הניידת שרכשה חב׳ ׳בזק (ציור מס׳ 7) תמורת כחצי מיליון דולר מחב׳ MIDWEST COMMUNICATIONS CORP עובדת כמימסר להעברת טלויזיה ונתונים סיפרתיים דו־כיוונית, בקצב עד ל־2 מס״ש (MB/S), לתמסורת משלימה.
האנטנה שעל הקרון היא בגודל של 2.6 מ׳. בקרון בציוד קליטה, שידור וגיבוי וגם עם ספק כח, כך שתהיה אפשרות הפעלה גם במקומות שבהם לא קיימת אפשרות לספק זרם חשמלי מתאים, או במצבי חירום.
באמצעות תחנה ניידת זו, אפשר לקלוט ולשדר דרך הלווין, בתוך הארץ, וגם בחו״ל. בתוך הארץ, אפשר לקלוט בעזרת אנטנות שקוטרן המינימלי הוא 1.8 מ׳, או דרך תחנת לווינים בעמק האילה דרך חוליית קרקעות, לאולפן, ומשם קליטה רגילה באנטנות ביתיות. כמו־כן, מעמק האילה אפשר לשדר גם לחו״ל, ללווין בינ״ל.
המערכת יכולה לשמש אמצעי תמסורת לקבוצת קווי טלפון זמניים לכיסוי אירוע או לגיבוי מהיר של קוי טלפון קבועים: היא בעלת יכולת הקמת קשר בערוץ רחב סרט, בזמן קצר, מכל נקודה.
השירות הזה, מהווה צד קדימה לשימוש בתקשורת לווינים והרחבת האפשרויות לעדכון הציבור, וכן מסייע בפתרון בעיות חריגות, בארועים המעניינים אותן, עוקף את הרשת הכללית ומהווה השלמה לתשתית הקרקעית.
גם רשתות טל״כ העודות לפעול בעתיד הקרוב (אולי אף בסוף שנה זו) יהנו מהשירות הזה, כיוון שבעזרתו, כל הרשתות יוכלו לקלוט ולשדר לרשתות אחרות או בחו״ל.

# ISRAEL'S CABLE TV AND PAY TV — ON THE WAY TO BECOMING A REALITY


## SUMMARY

Israel's cable TV plans are among the most comprehensive of any country. This paper reviews the progress to date, and details the technical specifications and administrative co-ordination involved in such a major enterprise.


KEY WORDS Cable TV

## INTRODUCTION

Israel's project for cable TV and pay TV should stimulate a good deal of interest, since it represents one of the most comprehensive plans for cable TV for a country presently around. The project, which is evaluated at almost $500 million (U.S.), is spread over five years and is based on private sources, substantially without public assistance.

In order to ensure the reception of the cable TV services in the whole country, this was divided into 31 areas (Figure 1) and franchises for each area are awarded to the winners of bids. The franchises are awarded for a period of fourteen years, but in some cases, taking into consideration the distribution of the population in certain areas and the quality of service, the term can be extended by the Minister of Communications, for an additional four years. The franchise holder is both the network provider and runs the operation.

This is the solution adopted for modernizing the broadcast system in Israel. In addition to the positive effects for local media creativity and the large choice of entertainment and information for the public, this cable TV scheme will put pirate cable out of business, because it will have a better quality of transmission, at acceptable prices.

The cable TV project is led by the Israel's Ministry of Communications (M.O.C.) and the Cable Broadcasting Council. It is expected that broadcasts will begin within a year or so, from the announcement of the winners and the franchise awards.

## SOME TECHNICAL ASPECTS OF THE CABLE TV PLANS

In order to ensure the reception of the cable TV services in the whole country, as previously stated, it was divided into areas, the basic unit considered being around 40,000 households. To make sure that areas less financially attractive will benefit from the new media, the tenders have been issued grouping together more attractive and less attractive areas (Table I).

Until now 26 areas have been bid for and for 19 of them, winners already have been announced (six companies involved). The franchise holder is permitted to design, construct and maintain the cable TV system himself or through someone else on his behalf and he is permitted to use existing or future public telecommunications infrastructure for the purpose of laying the cable network.

In order to give the competitors minimum technical requirements that have to be followed, technical specifications have been issued by M.O.C. along with supplementary specifications, that include

(a) the characteristics of the cable TV system
(b) the level of the standard and quality
(c) the structure of the cable TV system and all the components
(d) the level of performance of the system and its operation
(e) the use of radio broadcasting equipment, etc.

The engineering plan which was asked from the entrepreneurs, has to include

(i) a general description of the structure of the cable TV system
(ii) capacity according to the bandwidth, frequency plan and allocation of channels
(iii) a list of equipment components of various layers of the system (Figure 2)
(iv) division of the area into territories and subareas (Table I and Figure 1)
(v) placement of the local origination centre
(vi) head-ends and other facilities of the system
(vii) mapping of the connection between the head-ends

0894–3222/89/020101–06$05.00
© 1989 by John Wiley & Sons, Ltd.

*Received February 1989*
*Revised March 1989*

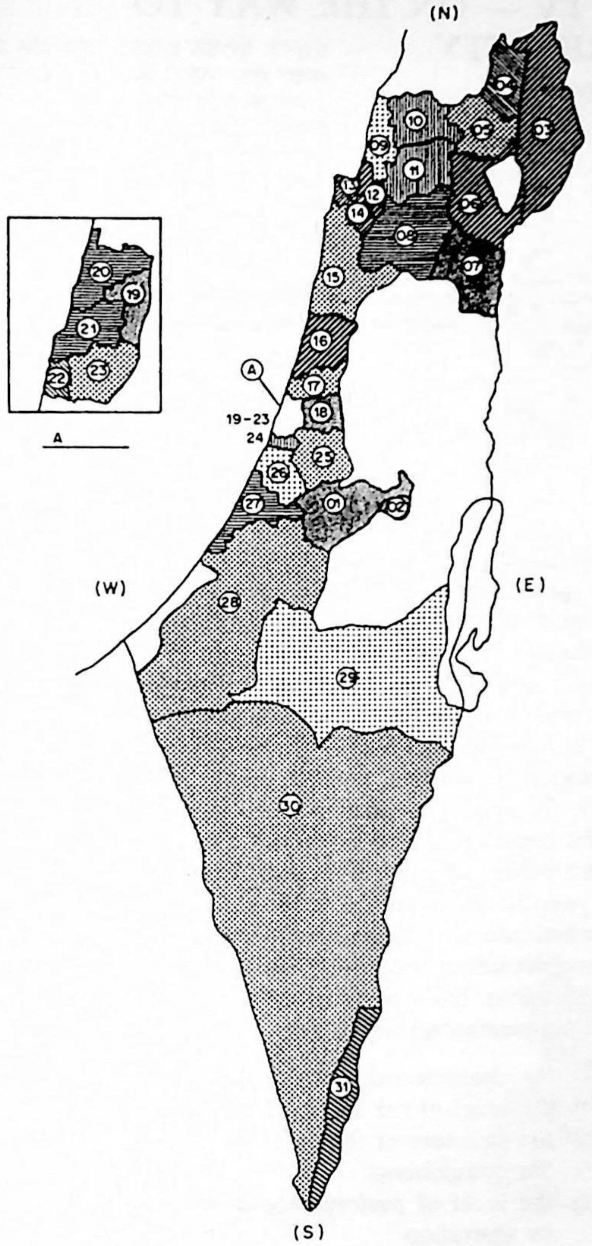



Figure 1. Schematic map of Israel's cable TV areas. The different shadings represent the current status of the bids. The bidders have not been declared for regions 05, 15, 17, 23, 25, 28 and 30. Bids have not yet been issued for regions 03, 06, 12 and 16. There are no bidders for region 31. The remaining six shadings represent the entrepreneurs that have already won the biddings

Table I. Franchise areas — general information

| Region no. | Franchise area | Bids issued | Bids won | Note* |
|---|---|---|---|---|
| 01 | Jerusalem — North | × | × | +02 |
| 02 | Jerusalem — South | × | × | +01 |
| 03 | Golan | — | | |
| 04 | Kiryat Shmona | × | × | +22 |
| 05 | Zefat | × | | +23 |
| 06 | Kinneret | — | | |
| 07 | Bet-She'an Valley | × | × | +19 |
| 08 | Yizrael Valley | × | × | +20 |
| 09 | Akko-Naharia | × | × | +26 |
| 10 | Maalot | × | × | +11, +24 |
| 11 | Carmiel | × | × | +10, +24 |
| 12 | Haquiriot | — | | |
| 13 | Haifa-East | × | × | +14 |
| 14 | Haifa-West | × | × | +13 |
| 15 | Hadera | × | | |
| 16 | Netanya | — | | |
| 17 | Hasharon-South | × | | +28, +30 |
| 18 | Petah-Tikva | × | × | |
| 19 | Ramat-Gan, Bney-Braq | × | × | +07 |
| 20 | Tel-Aviv North (Yarkon) | × | × | +08 |
| 21 | Tel-Aviv South (Ayalon) | × | × | |
| 22 | Bat-Yam | × | × | +04 |
| 23 | Holon | × | | +05 |
| 24 | Rishon-Lezion | × | × | +10, +11 |
| 25 | Ramla-Lod | × | | |
| 26 | Rehovot County | × | × | +09 |
| 27 | Ashdod-Ashkelon | × | × | |
| 28 | Yohav-Eshkol | × | | +17, 30 |
| 29 | Beer-Sheva | × | × | |
| 30 | Har-Ha-Neger | × | | +17, 28 |
| 31 | Eilat | × | | |

* indicates regions which have been grouped together for bids.

(viii) mapping the main trunks of the cable network
(ix) use of the existing Bezeq infrastructure (Bezeq is Israel's Telecommunication Company Ltd., owned by the Government)
(x) means of reception of secondary broadcasts.

The engineering plan specifies also the planned schedule for carrying out the construction of the system and the rate of growth of the cable network, milestones for carrying out the construction according to the main head-end, territories and subareas, including connection of the territories and a schedule for submission of the detailed plans; in addition it was asked that a first detailed plan be attached to the engineering plan. Supplementary specifications were also issued, covering the construction, operation and maintenance of radio broadcasting equipment.

In some areas, microwave channels are approved by the Minister of Communications, for the purpose of maintaining inter-head-end radio communications. The use of fibre optics is also encouraged. The franchise holder for Haifa town has announced the partial use of fibre optics and part star configuration.

The infrastructure of the networks is mostly coaxial cable of aluminium construction; the use of copper coaxial cable seems to be limited to Haifa town.

The topology of the networks is of 'tree and branch type' at this stage (Figure 2), meeting the minimum request of the technical specification. For fibre optics in cable TV systems, there is seen to be a need for further study and testing, so that, if an initiator is interested in using this technology prior to the publication of the applicable specifications, he has to apply directly to the Minister of Communications for approval. The know-how is based on

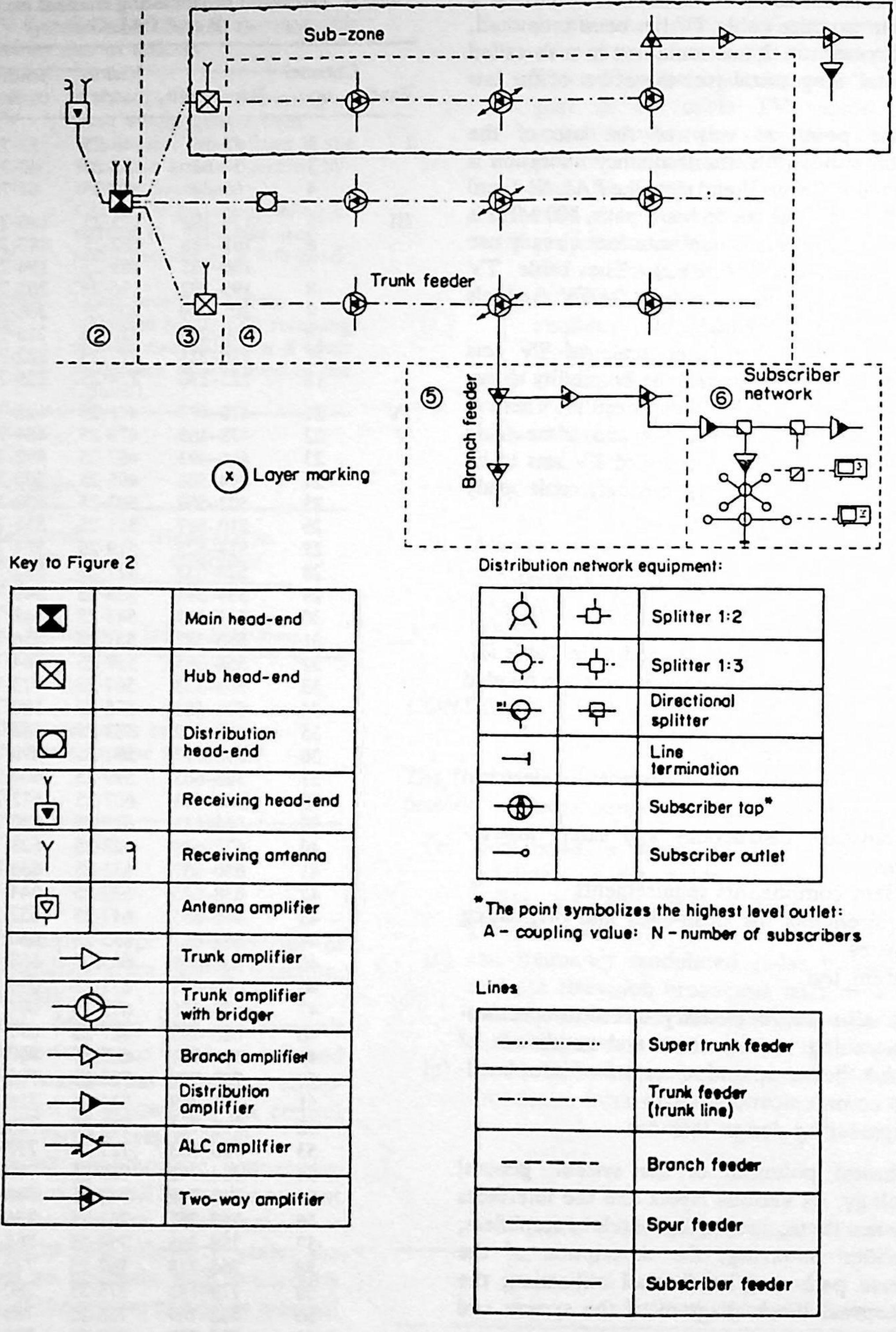



Figure 2. CATV system basic configuration

expertise which every initiator brings with the application for a franchise. However, there is in Israel too a trial by Bezeq in a limited area in Jerusalem, where fibre optics and microwave are used.

The systems are built on a two-way basis, but the use of the upstream will be up to the decision of the entrepreneur and only with the agreement of the Ministry of Communications. New services, such as home banking, alarms, etc., are on the way.

Advertisements, according to the existing laws, will not be allowed at the beginning, but are expected in 1991. This is the result of the evolution of two projects that have begun simultaneously: Channel no. 2 and cable TV. In order to protect the services of channel no. 2, which has to be based

on advertisements, cable TV is not allowed to carry them. But in practice cable TV has been promoted, whereas channel no. 2 has remained in a so called 'experimental' stage; however the effect of the law continues.

From the point of view of the use of the transmission bandwidth, the frequency allocation is given in detail in Table II and suits the PAL/G-1 and PAL/B standards. For the forward path, 400 MHz is the minimum required (some initiators already use 550 MHz and even 860 MHz). The cable TV networks have to allow for at least 24 TV channels and 18 radio stereo channels.

In order to ensure a large scale of TV sets penetration, there was offered the possibility to use special channels too at the system outlet. There is also use of frequency convertors and addressable convertors, to allow all the types of TV sets to be connected to the network and not only cable-ready TV sets.

## SOME RELEVANT SPECIFICATION REQUIREMENTS

The cable TV systems are classified as in Table III. The minimal specification requirements are divided into

(a) general requirements
(b) cable TV system performance — electrical requirements
(c) installation instructions and safety instructions
(d) system components requirements
(e) requirements for head-ends and originating centres
(f) system test.

There are also 'supplementary technical specifications' concerning requirements and conditions of approval for the set up and operation of inter head-end radio communications.

The engineering design includes

1. Technical potential of the system: general topology, its various layers and the interfaces between them; operational levels of amplifiers; amplifier powering; the description of the reverse path and its channel utilization; the conceptual block diagram of the system and its layers.
2. System capacity according to Table IV.
3. System technology and features at the following system levels:
   (a) head-end (e.g. addressability, special equipment, etc.)
   (b) head-end to hub (microwave, optical fibre, coaxial cable or other)
   (c) hubs (e.g. secondary broadcast reception, addressability, redundancy etc.)
   (d) layers 4, 5 and 6 (technology of amplifier and bridger etc.)

Table II. Television broadcasting channel on modes PAL/B and PAL/G

| Band | Channel no. | Bandwidth | Vision carrier | Sound carrier | Colour carrier |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 47–54 | 48·25 | 53·75 | 52·68 |
| | 3 | 54–61 | 55·25 | 60·75 | 59·68 |
| | 4 | 61–68 | 62·25 | 67·75 | 66·68 |
| III | 5 | 174–181 | 175·25 | 180·75 | 179·68 |
| | 6 | 181–188 | 182·25 | 187·75 | 186·68 |
| | 7 | 188–195 | 189·25 | 194·75 | 193·68 |
| | 8 | 195–202 | 196·25 | 201·75 | 200·68 |
| | 9 | 202–209 | 203·25 | 208·75 | 207·68 |
| | 10 | 209–216 | 310·25 | 215·75 | 214·68 |
| | 11 | 216–223 | 217·25 | 222·75 | 221·68 |
| | 12 | 223–230 | 224·25 | 229·75 | 228·68 |
| IV | 21 | 470–477 | 471·25 | 476·75 | 475·68 |
| V | 22 | 478–485 | 479·25 | 484·75 | 483·68 |
| | 23 | 486–493 | 487·25 | 492·75 | 491·68 |
| | 24 | 494–501 | 495·25 | 500·75 | 499·68 |
| | 25 | 502–509 | 503·25 | 508·75 | 507·68 |
| | 26 | 510–517 | 511·25 | 516·75 | 515·68 |
| | 27 | 518–525 | 519·25 | 524·75 | 524·68 |
| | 28 | 526–533 | 527·25 | 532·75 | 531·68 |
| | 29 | 534–541 | 535·25 | 540·75 | 539·68 |
| | 30 | 542–549 | 543·25 | 548·75 | 547·68 |
| | 31 | 550–557 | 551·25 | 556·75 | 555·68 |
| | 32 | 558–565 | 559·25 | 564·75 | 563·68 |
| | 33 | 566–573 | 567·25 | 572·75 | 571·68 |
| | 34 | 574–581 | 575·25 | 580·75 | 579·68 |
| | 35 | 582–589 | 583·25 | 588·75 | 587·68 |
| | 36 | 590–597 | 591·25 | 596·75 | 595·68 |
| | 37 | 598–605 | 599·25 | 604·75 | 603·68 |
| | 38 | 606–613 | 607·25 | 612·75 | 611·68 |
| | 39 | 614–621 | 615·25 | 620·75 | 619·68 |
| | 40 | 622–629 | 623·25 | 628·75 | 627·68 |
| | 41 | 630–637 | 631·25 | 636·75 | 635·68 |
| | 42 | 638–645 | 639·25 | 644·75 | 643·68 |
| | 43 | 646–653 | 647·25 | 652·75 | 651·68 |
| | 44 | 654–661 | 655·25 | 660·75 | 659·68 |
| | 45 | 662–669 | 663·25 | 668·75 | 667·68 |
| | 46 | 670–677 | 671·25 | 676·75 | 675·68 |
| | 47 | 678–685 | 679·25 | 684·75 | 683·68 |
| | 48 | 686–693 | 687·25 | 692·75 | 691·68 |
| | 49 | 694–701 | 695·25 | 700·75 | 699·68 |
| | 50 | 702–709 | 703·25 | 708·75 | 707·68 |
| | 51 | 710–718 | 711·25 | 716·75 | 715·68 |
| | 52 | 718–725 | 719·25 | 724·75 | 723·68 |
| | 53 | 726–733 | 727·25 | 732·75 | 731·68 |
| | 54 | 734–741 | 735·25 | 740·75 | 939·68 |
| | 55 | 742–749 | 743·25 | 748·75 | 747·68 |
| | 56 | 750–757 | 751·25 | 756·75 | 755·68 |
| | 57 | 758–765 | 759·25 | 764·75 | 763·68 |
| | 58 | 766–778 | 767·25 | 772·75 | 771·68 |
| | 59 | 779–781 | 775·25 | 780·75 | 779·68 |
| | 60 | 782–789 | 783·25 | 788·75 | 787·68 |
| | 61 | 790–797 | 793·25 | 796·75 | 795·68 |
| | 62 | 798–805 | 799·25 | 804·75 | 803·68 |
| | 63 | 806–813 | 807·25 | 812·75 | 811·68 |
| | 64 | 814–821 | 815·25 | 820·75 | 819·68 |
| | 65 | 822–829 | 823·25 | 828·75 | 827·68 |
| | 66 | 830–837 | 831·25 | 886·75 | 885·68 |
| | 67 | 838–845 | 889·25 | 844·75 | 843·68 |
| | 68 | 846–853 | 847·25 | 852·75 | 851·68 |
| | 69 | 854–861 | 855·25 | 860·75 | 859·68 |

Table III. Cable TV systems classification: the cable TV systems are classified by size as follows:

| | | |
|---|---|---|
| Level A | Regional cable TV system | Cable TV system covering an area whose geographical boundaries are defined in the franchise and is operated by a main head-end. |
| Level B | Sub-regional cable TV system | Cable TV system covering a part of the franchise area and operated by a hub head-end. |
| Level C | Community receiving system | Local receiving system (regional Mast) or a receiving system established in a small settlement as approved by the Council. |

Table IV. System capacity

| | Head-end to hub | | Head-end to subscriber | |
|---|---|---|---|---|
| | Initial | Maximum | Initial | Maximum |
| TV Channels | Information to be supplied by the franchise holder. | | | |
| FM Channels | | | | |
| Forward (MHz) | | | | |
| Reverse (MHz) | | | | |

(e) system output (type of convertor or special equipment for channel selection, if required)

4. System control: describes how the system's operation and performance will be monitored and controlled; states what additional equipment will be used to accomplish the control functions in the various system levels.
5. Protection against unauthorized connection: describes the means that will be used to prevent unauthorized connection to the system.
6. System availability and reliability: states the means planned to maintain high availability and reliability of the system as well as minimal down time.
7. Area planning: provision of a map which shows the division of the area into subareas (a subarea is defined as a CATV system covering a part of the concession area and operated from a hub head-end), with the following marked:
   (a) proposed location of the head-end, studio, receiving stations and hubs
   (b) estimated routes between the head-end and each hub, including microwave/fibre-optic links, and amplifier locations
   (c) estimated routes of all layer-4 trunks for each head-end/hub showing the location and cascade of each amplifier. Also required are maps showing layers 2 to 5 (inclusive) for an area which is part of the cable TV region. The match between the two types of map, particularly the match of the amplifiers, must be clearly shown. The following have to be marked on the map:
      (i) proposed location of the head-end/hub and receiving stations, if such exist
      (ii) estimated routes of all layer 4 and 5 amplifiers, cables, cable type and span length
      (iii) all amplifiers have to be numbered.
8. System performance calculations:
   (a) to specify the cascade with the worst-case performance
   (b) based on the above cascade, to fill Table V.
9. Microwave/fibre-optic links: if microwave or fibre optic links are planned for an area there has to be submitted a map showing all the planned links.

## CONTENTS OF BROADCASTS AND USE OF CHANNELS

The franchise holder shall broadcast, transmit and provide broadcast services such as

(a) local news, a variety of movies and programmes in the fields of entertainment, music, art, education, culture and sports ('own broadcasts')
(b) the frequency modulated radio broadcasts and the television broadcasts transmitted in accordance with any law to the Israeli public and which can be received from the airwaves
(c) broadcasts coming from abroad, including broadcasts from satellites

Table V. Performance level

| | Subscriber output | System output | Design goal |
|---|---|---|---|
| *C/N* | | | 46 dB |
| *C*/cross-modulation (24 channels) | | | 54 dB |
| *C*/cross-modulation (max channels) | | | 54 dB |
| *C*/broadband intermodulation (24 channels) | | | 54 dB |
| *C*/broadband intermodulation (max channels) | | | 54 dB |
| *C*/hum modulation | | | 47 dB |
| Chrominance/luminance delay | | | <± 150 ns |

(d) distribution of the channels on a satellite broadcast concession (note: it is expected that until the end of the year 1989, there will be issued the request for bids for a satellite broadcast concession, leading to pay TV being offered also)
(e) broadcasts during emergency situations
(f) programmes in foreign languages and translations.

In addition to the cable TV franchise areas in Israel, there are existing cable TV networks in collective settlements, called 'Kibutzium' and in some local areas that had prior permission from the M.O.C. (as 'Roses village', 'Ramat Effal', etc.) as well as master antenna TV for limited areas. Those areas will possibly be integrated in the franchise areas.

As a fact of life in Israel there are more than 1000 pirate cable TV stations, with a monthly rate of growth of 5–10 new stations. The investment in such stations is low and profits high; this coupled with the willingness of the citizens to be connected to them leads to the fact that 50 per cent of Israel's living rooms receive the programmes against the law. Thin black cables connect the viewers to clandestine TV stations and they are extending from building to building, linking whole neighbourhoods.

The Police and M.O.C. are fighting against this phenomenon, but the success in liquidating the piracy is assured best by the future superior service and variety of legal cable TV, and at prices not much higher than those of pirate stations.

## CONCLUSION

For Israel's new era of cable TV the equipment, cables, know-how, investments etc., are partly drawn from domestic sources and partly from abroad. Cable TV will carry value-added services too, in addition to the basic broadcast services, and in particular will allow telephony too — which is Bezeq's monopoly according to the existing law — if it will be required by Bezeq and is on acceptable terms for both sides. The Bezeq company is not entitled to become a franchise holder, in common with other government-owned companies.

The big interest of investors demonstrates the viability of the project, covering nearly the whole country. The entrance of Israel into the new era of telecommunications offers all the options, where the upper limits are technology, policy, finance, integration, quality and — the sky.



# ׳הערוץ השלישי׳ טלוויזיה לוויינית למנויים בלבד טל״מ

פרוייקט הערוץ השלישי לא קיבל את התנופה המצופה

לא כמו ה׳ערוץ השלישי׳, כפי שה׳טל־טקסט׳ בארץ קורא לעצמו בכינוי מסחרי, הערוץ השלישי האמיתי יהיה ערוץ שעבורו פרסמו משרד התקשורת והמועצה לשידורים בכבלים ולמינויים מכרז ב־27.7.89.

המכרז מורכב ממאות עמודים ותנאים קשים להתמודדות, שהקשה בהם הוא ההשקעה של כ־50 מיליון דולר (ארה״ב); תנאים נוספים מתייחסים ליכולת ארגונית, משפטית, טכנולוגית, מחיר, תוכניות וכו׳.

הזיכיון יינתן עבור הקמה, הפעלה ומתן שידורים לציבור באמצעות לוויין תקשורת.

במאמר מוסברים שיטות הפעולה בארץ, ההתקשרות עם חב׳ ׳בזק׳ וניהול המערכת.

## שיטת השידור

השידורים לציבור באמצעות לוויין הם שידורים מוצפנים, כך שרק מי שבידו נמצא מפענח, יכול לקלוט את התוכניות (ציור מס׳ 1).

כמו־כן, יהיה קשר הדוק בין שידורי הלוויין ושידורים ברשתות אזוריות של טלוויזיה בכבלים – טל״כ – (כפי שידוע, חולקה הארץ ל־31 אזורי טל״כ), כאשר הרשתות תקומנה בשנתיים הבאות.

דרך רשתות טל״כ, באחד מתוך 24 הערוצים של כל רשת, יופצו שידורי הלוויין.

רק שר התקשורת, באישור המועצה לשידורי כבלים, רשאי לאשר הפצת השידורים ישירות לבית המנוי ולא באמצעות רשתות טל״כ, לאחר ששקל בין היתר את עניינו של הציבור ואת עניינם של בעלי זיכיון שמתן ההיתר נוגע להם.

תקופת הזיכיון היא של 7 שנים, עם אפשרות הארכה ע״י שר התקשורת לתקופה נוספת של 3 שנים.

## היבטים טכניים

הלוויין, שיהווה את מקטע החלל ובאמצעותו יתבצע השירות, הינו לוויין של ארגון ׳אינטלסאט׳ (INTELSAANT), במיקום מסלולי E.359 הנקרא V-F12.

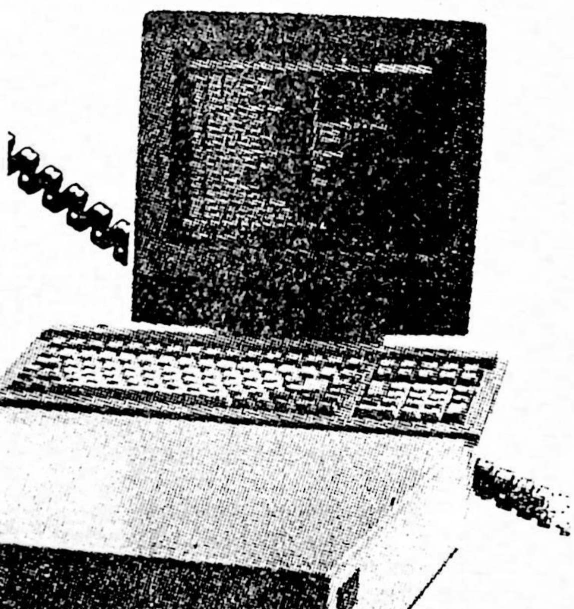
בלוויין זה רכשה חב׳ ׳בזק׳ שלושה ׳משדרים׳ (TRANSPONDERS) בתחום תדרים 12/14GHZ) KU) באלומות מזרח (EAST SPOT).

אורך החיים המתוכנן, לצורך תמרון, על־פי תכנוני ׳אינטלסאט׳ הינו פברואר 1994, (ייתכן שעד אז יהיו בחלל גם הלוויינים הישראליים ׳עמוס 1׳ ו׳עמוס 2׳).

מהאולפן ומוקד התפעול (ציור מס׳ 2), דרך חוליית מיקרוגל, מועברות התוכניות למוקד השיגור הנמצא בעמק האלה, בפס־בסיס (BASE-BAND), ומשם משדרים ללוויין התקשורת (לאחר המרת תדרים והגברת האותות).

מערכת טל״מ – מערכת לשידורי טלוויזיה למנויים באמצעות לוויין – היא מערכת של מתקנים והתקנים, המשמשת או מיועדת לשמש לצרכי שידוריו של בעל הזיכיון ולהפצת שירותי השידור שלו באמצעות בעלי הזיכיונות לשידורי כבלים או בהפצה ישירה לבתי המנויים שלו (ציור מס׳ 2).

ציוד מימשק הוא התקן בבית המנוי והוא חלק ממערכת טל״מ; הציוד נמצא אחרי בית התקע ויש לו תפקידים לרבות מפענח וממיר אפיקים ולמעט הציוד הביתי של המנוי; ציוד ביתי יכול להיות מקלט טלוויזיה, רדיו, וידיאו רקורד (V.C.R.) וכו׳ (דוגמה של ציוד ביתי למנוי בתשלום על פי צפייה, משולב בשלט־רחוק, מצויה בציור מס׳ 3).



*ציור מס׳ 5*
*דוגמה לניהול טלוויזיה בתשלום לפי זמן צפייה*
*(PAY-PER-VIEW P.P.V)*

המיקטע של ׳בזק׳ מהווה חלק ממערכת טל־מ שבין המבוא לחוליית ההעברה מיקרוגל (מוצא מוקד התפעול) ועד המוצא מהלוויין, כשה׳מיקטע הכולל׳ הוא המיקטע של מערכת הטל־מ שבין מוצא מוקד התפעול ועד מוצא ציוד הקליטה. אל ציוד המימשק ניתן להגיע באחת משלושת הדרכים:

- באמצעות מיתקן לקליטה ישירה (TVRO-2) המכיל אנטנה לקליטה בלבד, מגבר, ממיר ומאפנן.
- באמצעות מוקד הפצה רב־נקודתי M.P.S (MULTI-POINT DISTRIBUTION SYSTEM), מורכב ממוקד קליטה מהלוויין (TVRO-1) ואמצעים להפצה במיקרוגל אל מיתקני הקליטה שבבתי המנויים, לרבות מוקד הפצה אזורי ומוקד הפצה מישני; (מוקד הפצה מישני משמש להפצת השידורים לאזור שירות מישני).
- באמצעות מערכת טל־כ (טלוויזיה בכבלים), שהיא מערכת מתקנים והתקנים המשמשת או המיועדת לשמש לצורכי שידוריו של בעל זיכיון לשידורי כבלים ולהספקת שירותי השידור שלו לבית המנוי.

## תוכניות שידורי לוויין

בכל הנוגע לסוגי המישדרים, תוכנם, רמתם, היקפם ומועדיהם, בעל הזיכיון יהיה כפוף לכללי המועצה ולהחלטותיה, כפי שיהיו בתוקף במהלך תקופת הזיכיון.

יהיו שידורים של בעל הזיכיון, (סרטים, בידור, מוסיקה, אומנות, חינוך, מדע, תרבות, ספורט), שידורים לשעת חירום לפי הוראת שר התקשורת (הודעות מטעם הממשלה, המשטרה, המטה הכללי של צה״ל וראש הג״א, וזאת במקרי חירום או מטעמים של בטחון המדינה). שידורים מהפקות עצמאיות, מקומיות, מישדרים בשפות זרות ותרגום, מישדרים חוזרים, וכו׳.

יחולו איסורים על: שידורים שיש בהם הסתה גזענית או לאומנית, תעמולה מפלגתית, חומר תועבה, תוכניות שיש בהם הפרת זכות יוצרים או מבצעים, מישדרים שהמועצה אסרה, או שלא נתנה להם אישור מוקדם.

הפרסומת תהיה אסורה, להוציא מקרים של העברה בזמן אמיתי של שידורים הנקלטים מן האוויר, שבהם נכללה פרסומת ובעל הזיכיון חייב או הורשה להעביר אותם.

במישדרים מהפקה קנוייה, שנכללה בהם פרסומת, בעל הזיכיון חייב להשמיטה לפני השידור.

האיסורים על פרסומת הם בתוקף חמש שנים מתחילת תוקפו של החוק; בתום חמש שנים, השר (לאחר התייעצות במועצה ובאישור הממשלה וועדת הכלכלה של הכנסת) רשאי להתיר שידורי פרסומת, בתנאים ובאופן שתיקבע המועצה בכבלים.

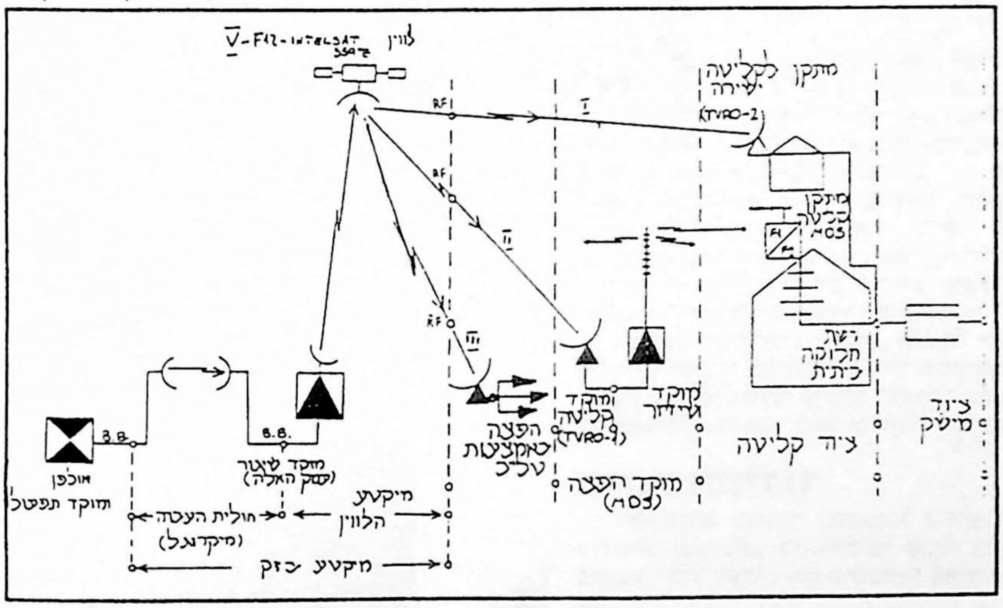
גם על העברת החדשות חל איסור, פרט להעברה בזמן אמיתי של שידורי חדשות המשודרים לפי החוק בישראל והניתנים לקליטה מהאוויר.

התוכניות יהיו לפי לוח מישדרים חודשי בסיסי, שיכלול את פירוט התוכניות השבועיות, המהווה בסיס לתכנון השידורים החודשי.

כמו־כן, יהיה לוח מישדרים חצי־שנתי שיכלול את הלוח החודשי הבסיסי. לוחות



*ציוד מס׳ 1*
*קליטה בעזרת מפענח מעריין*




*ציוד מס׳ 2*
*מבנה עקרוני של מערכת הטלים של מיקטע בזק (מקטע כולל)*

המישדרים חייבים אישור מוקדם מהמועצה לשידורים בכבלים ולמנויים.

השידורים יהיו בשני סוגים: בסיסיים ומוספים.

א. בעל הזיכיון צריך לספק לכל מנוי את השידורים הבסיסיים, במתכונת ובהיקף שנקבעו בתוכנית השידורים.

ב. בעל הזיכיון יספק למנוי, לפי בקשתו את השידורים המוספים, בנוסף לשידורים הבסיסיים והם ישובצו בתוכנית שלא בגדר השידורים הבסיסיים.

בעל הזיכיון יודיע למנוייו את תוכנית השידרים לאותו שבוע אחת לשבוע מראש.

הודעה על כך תהיה במסגרת שידוריו של בעל הזיכיון למנויים וגם באמצעות שני עיתונים יומיים לפחות.

בזמן הפסקה בשידורים, יועברו אותות שמע וחוזי קבועים (בין השעות 01.00–08.00) על מירקע הטלוויזיה.

## תנאי חיבור והפסקת שירות

בין בעל הזיכיון לטל־מ ובין המנויים יהיה הסכם תקשורת המציין כל תנאי או סייג לחובתו של בעל זיכיון כלפי המנוי – תקינות, סדירות, רמה, וכו׳ (וזאת לאחר שקיבל אישור של המועצה).

ההסכם יכלול סעיף מפורש המבהיר את חובתו של בעל הזיכיון להפיץ את שידוריו באמצעות מערכות טל־כ, בכל מקום בו ניתן לעשות כך, ואת הסדרי המעבר מהפצה ישירה להפצה באמצעות מערכות טל־כ.

הקשר בין בעל הזיכיון והציבור ייעשה באמצעות משרדי שירות ומוקדי פנייה שישמשו לקבלת פניותיהם של מנויים ומבקשים לעניין שירותי שידור, טיב וטיפול בחשבונות, הפסקת השירות (שאינה כרוכה בהסרת ציוד המימשק והקליטה) וניתוק השירות (הפסקה מוחלטת של שירותי השידור, שכרוכה בהסרת ציוד הקליטה והמימשק) לפי בקשת המנוי או בשל הפרת הסכם. כמו־כן תיתכן הפסקת שידורים בשל פעולות תחזוקה או תקלה.

בהסכם ההתקשרות קיימים גם תנאים להגנת הפרטיות של המנוי.

מבחינת תשלום, קיימים: דמי התקנה חד־פעמיים הכוללים בית תקע אחד וציוד מימשק או בית תקע נוסף (שלוחה) עבור שידורים בסיסיים, עבור שידורים מוספים – כולם או מקצתם, לפי בקשת המנוי – עבור העתקה וכו׳, בהתאם ללוח מחירים, לפי מועד החיבור וצמוד למדד.

בעל זיכיון, רשאי לחייב מנוי בתשלום ריבית פיגורים, הפרשי הצמדה והוצאות גבייה.

אם נותקו שירותי השידור, קיימים הסדרים לחידושם. התשלום עבור השידורים הבסיסיים יהיה חודשי ועבור השידורים המוספים, התשלום יכול להיות על בסיס תקופתי, לפי זמן צפייה או באופן אחר, כגון חבילות של תוכניות.

## ניהול המערכת

כדי לנהל את המערכת בצורה יעילה וכדאית יש צורך בתוכנה מיוחדת ובמיחשוב מת־

אים.

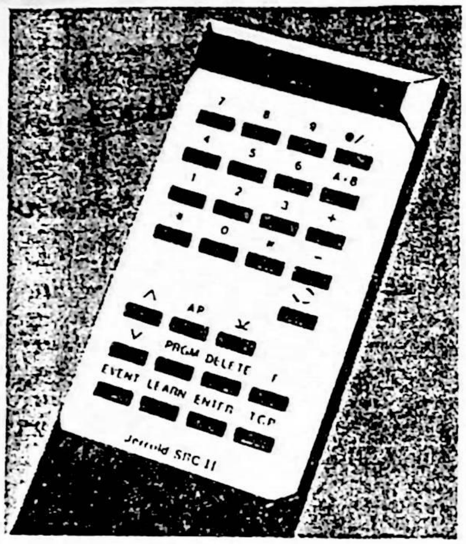
ניהול כזה צריך לתת תשובה מהירה ומדוייקת לשאלות של המנהלים, של ציבור המשתמשים, חיוב בתשלומים, חישוב פיגו־רים, מעקב בחיבור וניתוק מנויים, השכרת ציוד, תחזוקה, תכנון ערוצים, מעקב אחר ההזמנות של המנויים, מכירות, מידע סטטיסטי, יומן בדיקות, פגישות וכו׳.

התוכנה צריכה להיות מסוגלת להתפתח עבור שירותים חדשים, לאפשר שימוש בכרטי־סי אשראי לתשלום, צ׳קים וכסף מזומן וכו׳. כמו־כן, התוכנה צריכה לפקח על המפענחים המעוייניים, כך שהלקוחות יקלטו רק את התוכניות שעבורם שילמו. כלומר, קיים בסיס נתונים אחד ויחיד המבקר את המערכת והמ־נוי יכול לקבל רק את השירות שעבורו שילם (ציור מס׳ 5).

כמו־כן, יש צורך בניהול מערכת הצפנה המכילה גם ניהול של מפענחים הנמצאים אצל המנויים, וקודים לגישה למערכת עבור עיבו־דים וסטטיסטיקות (ציור מס׳ 4).

ניהול התשלומים, בירורי חשבונות, תשלומים לפי זמן צפייה, אישור או חיסול ממירים, מעקב אחרי מחוברים פירטים וכו׳.

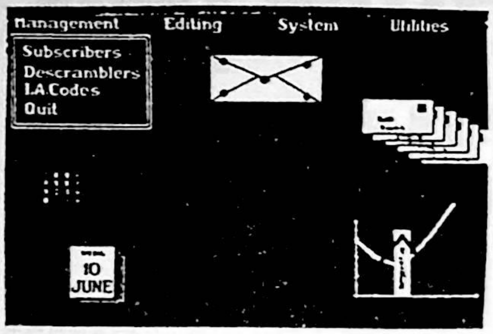
הכנסת הערוץ השלישי בהיקף ארצי (או ׳הערוץ השני, אם חוק הערוץ השני לא יעבור עד אז, יעניק לאזרחי המדינה לא רק מקורות בידור ומידע, אלא גם מקומות עבודה, במקצועות החדשים ביותר: מיחשוב, הפקות מקוריות בתחום התסריטים, כתיבה, בימוי, משחק, קריינות וכו׳.




*ציור מס׳ 3*
*שלט־רחוק עם אפשרות קליטת תוכניות בתשלום הנקבע על פי צפייה*

המפעילים של הערוץ הלוויני, יצטרכו לשלם תגמולים למועצת הטלוויזיה בכבלים ולמינויים. וחלק מתגמולים אלה יופנו למימון ולהזמנה של הפקות מקוריות.

יש להניח שכל הרשתות לטלוויזיה בכב־לים יתחברו אל הטלוויזיה באמצעות הלוויין והתושבים יוכלו לקלוט את התוכנית




*ציור מס׳ 4*
*תוכנה לניהול ההצפנה*

באמצעותם; אם איזור מסויים לא יתחבר לטלוויזיה באמצעות הלוויין, בגלל החלטה של מפעיל רשת הטל״כ, יוכל כל אדם להת־חבר, תמורת תשלום ובאמצעות אנטנה וצופן מפענח.

התוכניות שניתן לקלוט דרך שידורי הלו־ויין יהיו: סרטים, תוכניות חוץ לארץ, דר־מות, סדרות שונות שמוקרנות בטלוויזיה ברחבי העולם, תוכניות המשודרות בזמן אמי־תי, וכו׳.

מיגוון השירותים ניתן לפיתוח ושימושים חדשים כבר נראים באופק, כגון: ועידות וידי־או, העברת תוכניות בין רשתות טל״כ של אזורים שונים, העברת נתונים כגון טלטקסט וכו׳.

# ניתן לשלב רשתות טלוויזיה ברשתות תקשורת

## רשתות טלויזיה בכבלים

רשתות לטלוויזיה בכבלים (טל"כ), הופכות למציאות בארץ. כבר התחילו פעולות ניסיוניות בבת־ים, בבאר־שבע וראשון־לציון ובקרוב גם באזורים אחרים. לפי התוכנית, במשך 4–3 שנים תהיה כמעט כל הארץ מרושתת בכבלים.

מדינת ישראל נכנסת בכך לעידן חדש בתקשורת וככל הנראה תתפוס את המקום הראשון בעולם בשיטת רישות בטל"כ (TO WIRE). מדינת ישראל מצטרפת לארצות בהן משתמשים בטכנולוגיה של טל"כ מזה זמן רב (ציורים מס׳ 1א׳ . מפת הארץ עם חלוקתה לאזורי טל"כ מופיעה בציור מס׳ 2).

נשאלת השאלה: האם רשתות אלה ישרתו רק את צורכי BROADCAST – שידורים לציבור הרחב – ותישארנה מבודדות אחת מן השניה ומרשתות התקשורת הציבוריות, או שכדאי להשתמש ברשתות טל"כ גם לצורכי תקשורת שונים, כפי שנעשה במקומות שונים בעולם, וליצור קשר ביניהן ובין הרשתות הציבוריות? המאמר מנסה לתת תשובה על־פי תוצאות מחקר שהמחברת עשתה ולהביא המלצותיה.

## מספר הבדלים עקרוניים בין ISDN ו־B–ISDN

### ISDN

INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK – I.S.D.N – היא טכנולוגיה שהדגש בה הוא על שילוב שירותים, כשהרשתות הן נפרדות.

בין השירותים ש־ISDN יכולה להציע:

- שירותי טלפון בערוץ ספרתי.
- שירות העברת נתונים במיתוג מעגלים, בקצב של 64,000 סל"ש.
- זיהוי המנוי הקורא.
- ניידות מסופים.
- קווי גישה בסיסיים וראשוניים וכו׳.

כדי להבטיח את הגישה של המשתמש לרשת, יש צורך במימשקים תקניים.

הארגון הבינ"ל לטלפון ולטלגרף CCITT, ממליץ על מבנה כללי של מימשקים ISDN (ציור מס׳ 3), בסידרת ההמלצות I.411.

בציור מס׳ 3, NT1 הוא הקצה – NETWORK TERMINATION לכיוון הרשת ומבטיח שירותים בסיסיים כגון: בקרת הקו, (CLOCKING), העברת ההספק החשמלי, ריבוב (MULTIPLEXING), ערוצים פיזיים ברמה הנמוכה, בנקודת T וכו׳.

NETWORK TERMINATION 2 – NT2, הוא ציוד חכם, כגון מרכזת אוטומטית פרטית, המאגדת מספר משתמשי ציוד קצה, מיתוג מקומי, ריבוב שיחות בערוץ פיזי, שירותי פרוטוקולים ומימשק אחד או יותר לנקודת S עבור ציוד קצה TE1 (TERMINAL EQUIPMENT) או TA (TERMINAL ADAPTER).

ה־TA נחוץ עבור ציוד קצה למשתמש במימשקים לא מסוג ISDN כגון X.21.

המימשקים בנקודות S ו־T הם סיפרתיים ומסוגלים לעבוד במהירויות שונות ולתת למשתמש ערוצים שונים:

- ערוץ B.
- ערוץ D.
- ערוץ E.
- ערוץ H.

לכל ערוץ תפקידים שונים:

- ערוץ B הוא ערוץ של 64 אלפי סל"ש, דו־כיווני שלם, המשמש להעברת דיבור, נתונים או מידע סיפרתי אחר. ערוץ זה לא מעביר איתות (SIGNALLING), אלא מאפשר גישה לרשתות במיתוג מעגלים או במיתוג מנות.
- ערוץ D הוא ערוץ מיוחד לאיתות והוא עובד בקצב של 16 או 64 אלפי סל"ש, משמש בפרוטוקולים פשוטים יחסית להפעלה, החזקה וביטול הקשר של ערוצים אחרים, כגון הערוץ B; לפעמים הערוץ D יכול להעביר גם נתונים.
- ערוץ E, הוא ערוץ של 64 אלפי סל"ש, והוא מיועד להעביר איתות, אבל להבדיל מהערוץ D שברמות הנמוכות של פרוטוקולי התקשורת הוא מעביר איתות הנקרא SIGNALLING SYSTEM NR7, שהוא משותף לכל הערוצים ולכל סוגי ההתקשרויות.



ציור מס׳ 1

- הערוץ H (HIGHER SPEED CHANNEL) מעביר נתונים, אבל לא מעביר איתות; הערוץ H.O. הוא בקצב 384 אלפי סל"ש (6X64 = 384KB/S) והוא שווה־ערך ל־6 ערוצים בעלי 64 אלפי סל"ש; הערוץ H12 הוא בעל מהירות 1920 אלפי סל"ש והוא שווה־ערך ל־30 ערוצים מתוך 32 ערוצים P.C.M(PULSE CODE MOOULATING) האירופאי ב־2048 אלפי סל"ש; (הערוץ H11 הוא בעל מהירות 1536 אלפי סל"ש, השייך לשיטה האמריקאית של 24 ערוצי P.C.M).

הערוצים יכולים להיות משולבים בשתי רמות:

- גישה בסיסית: BASIC ACCESS.
- גישה ראשונית: PRIMARY ACCESS.

בגישה הבסיסית:

144KB/S = 2X64+16 = 2XB+D(16).

או

192KB/S - 2X64+64 = 2XB+D(64).

בגישה הראשונית:

אירופאי

KB/S 2048 = 30XB+D(64).

או

KB/S 2048 = 30XB+E.

אמריקאי

KB/S 1544 = 23XB+D(64).

או

KB/S 1544 = 23B+E.

כמו־כן הערוצים יכולים להיות גם HYBRID: 5XHO+D(64) ו־H12+D(64) (אירופאי) או 4XHO ו־3HO+D(64) (אמריקאי).

הטכנולוגיה של ISDN לא מאפשרת העברת וידיאו או רדיו הדורשים מהירויות גבוהות להעברתם דרך תיווך תקשורתי (צורת פס מאוד רחב). כמו־כן 'האינטליגנציה' (מיתוג ובקרה) מרוכזת בצמתים.

## B – I.S.D.N. (BROADBAND)

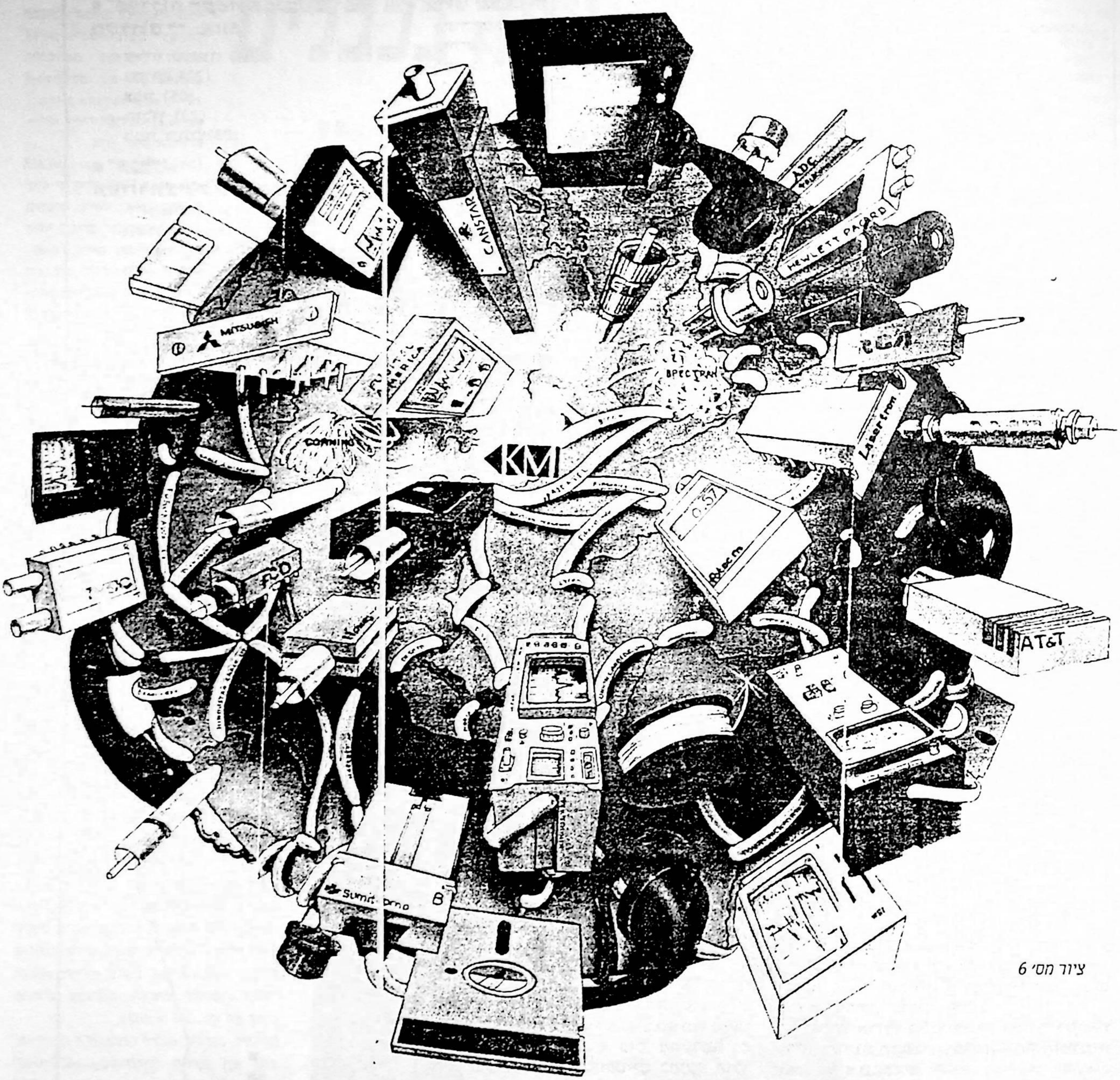
ה־B–ISDN, כלומר רחבת־פס, מאפשרת העברת הנתונים במהירויות גבוהות מאד. ניתן להעביר דיבור, נתונים וידיאו ורדיו.

בין השירותים שה־B–ISDN מאפשר:

- שידורי טלויזיה: טלויזיה בתשלום, טלויזיה באיכות גבוהה מאד (HDTV – HIGH DEFINITION TV).
- רדיו סטריופוני.
- וידיאוטלפון.
- ועידות וידיאו.
- העברת נתונים מהירים מאד.
- וידיאוטקס וכו׳.

כדי להבטיח שירותים אלה, יש צורך במהירויות של לפחות 140 מיליוני סל"ש בקו המנוי.

אוניברסיטת חיפה
הספריה




ציור מס׳ 6

הסיבים האופטיים מהווים את התיווך הטוב ביותר, מבחינת רוחב־פס.

למנוי יהיה צורך רק בנקודת גישה אחת ויחידה, באמצעות ערוץ בפס־רוחב, כשהאי־תות מועבר דרך ערוץ D (ציור מס׳ 4).

כדי להעביר שירותים סיפרתיים משולבים לרשת רחבת־פס, ישנן כמה גישות:

• העברה מרשת תקשורת אנלוגית לרשת סיפרתית, בפס־צר ISDN ומזה ל־B-ISDN (ציור מס׳ 4). במקרה זה, מרכזיות מיתוג טלפוניות אלקטרוניות, כגון EWSD, יכולות להרחיב אותם עם מודולים למיתוג בפס־רחב; בשיטה זו משתמשים גם במיתוג מרוכז.

ישנן שיטות אחרות, המשתמשות במיתוג מבוזר, כגון רשתות תקשורת אזוריות (MAN - METROPOLITAN AREA NETWORKS).

בשיטה זו ניתן לעבוד או במיתוג (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE - ATM), הדומה מאד למיתוג מנות, אך מבוסס בשיטות תאים (CELLS) שגודלם, להבדיל משיטת המנות – לא משתנה. כמו־כן קיימת גם השיטה של

## טלויזיה בכבלים: איזורי הזיכיון והזוכים:

**• "מערכות תקשורת בכבלים" משדרים ל־ אזור**

קרית שמונה (04)
בת־ים (22)
צפת (05)
חולון (23)
רמת הגולן(03)

**• "תבל" – תשדורת בינ"ל לישראל**

ת"א איילון (21)
אשדוד – אשקלון (27)
יזרעאל (08)
ת"א ירקון (20)

**• "ערוצי זהב ושות"**

פתח־תקוה (18)
בית־שאן (07)
רמת־גן (19)
ירושלים דרום (02)
ירושלים צפון (01)

**• "גוונים" – טלויזיה בכבלים בע"מ**

מעלות (10)
כרמיאל (11)
ראשל"צ (24)
לוד־רמלה (25)

**• I.C.S מערכות כבלים**

באר־שבע (29)
מישור עכו (09)
רחובות (26)

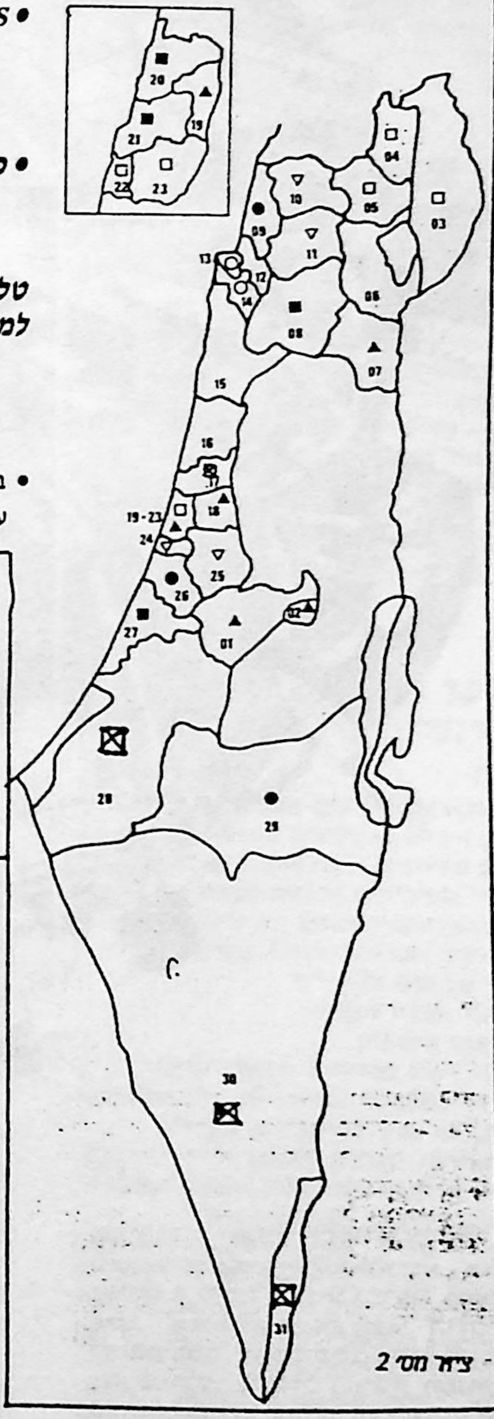
**• כבל נט בע"מ**

חיפה מזרח (13)
חיפה מערב (14)

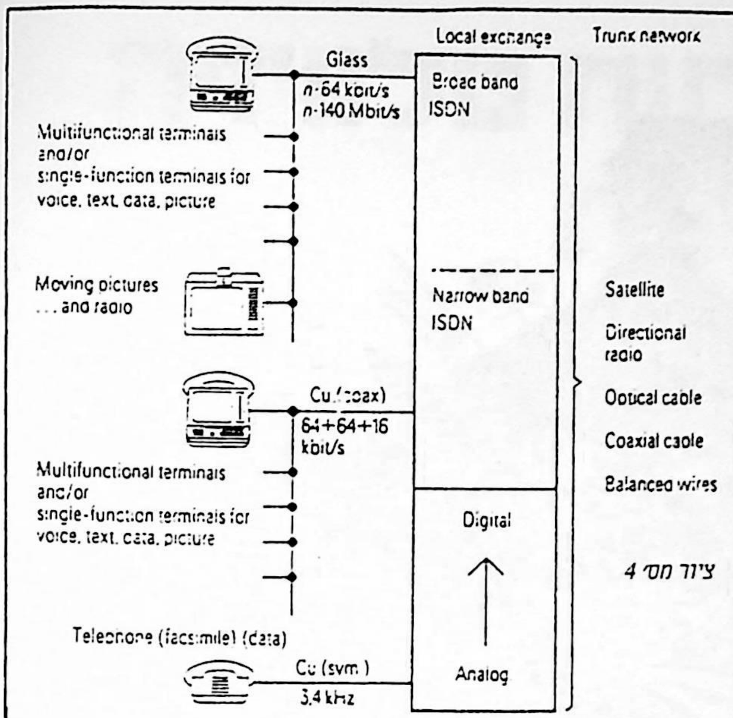
**טל"מ – טלויזיה למנויים בע"מ**

דרום השרון (17)
יואב אשכול (28)
הר הנגב (30)
אילת (31)

• במספר איזורים עדיין לא נקבעו הזוכים

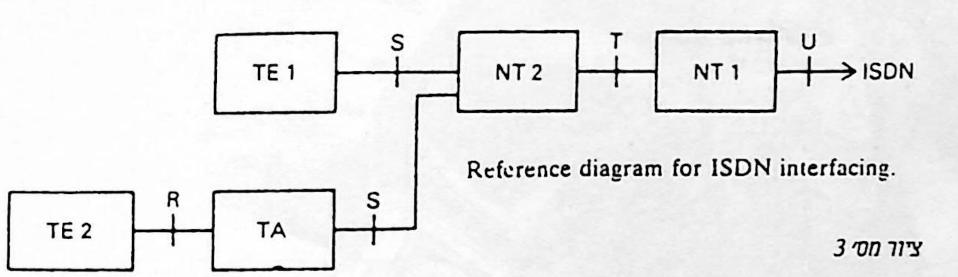


ציור מס' 2




ציור מס' 4

From the analog network to the broadband ISDN




Reference diagram for ISDN interfacing.

ציור מס' 3

SYNCHRONOUS MODE TRANSMISSION - STM
שיטה מבוססת במיתוג־מעגלי.

רשתות טלויזה בכבלים יכולות להשתמש ברשתות אזוריות ולשלב אותם ברשת סיפרתית רחבת־סרט, משולבת ברשת הציבורית. גם בארץ רשתות טל"כ ירשתו (TO WIRE) כמעט את כל האזורים וחברת 'בזק' מתקדמת גם היא בהכנסת סיבים־אופטיים בהיקף הולך וגדל

**לסיכום**

השינויים בטכנולוגיות טל"כ, מאפשרים להראות את רשתות הטל"כ בצורה לא מבודדת.

השינויים מרחיקי הלכת הם בהכנסת שיטות מיתוג; בצורה זאת, מפעילי רשתות טל"כ יכולים לתת שירותים דו־כיווניים, אינטראקטיביים ואפילו להעביר שיחות טלפון, במקום שיש צורך והיכן שהרשת הציבורית לא מסוגלת לספק את הצרכים.

הכנסת סיבים אופטיים מגדילה עוד יותר את רוחב־הפס של הרשת ומאפשרת שירותים יותר מהירים, טובים וזולים.

לטווח־ארוך, הטכנולוגיה צועדת לקראת שילוב רשתות תקשורת, ברשת אחת הומוגנית I.B.C, או B - I.S.D.N.

I.B.C – INTEGRATED BROADBAND (COMMUNICATIONS)

(B – I.S.D.N – BROADBAND – INTEGRATED NETWORKS)SERVICES DIGITAL

רשתות הטלוויזיה בכבלים בארץ המהווים רשת־על, יכולים להיות חלק חשוב מרשת הומוגנית כזאת. יש למצוא את הפתרון המתאים ביותר לשלב את הטלוויזיה בכבלים ברשת B - I.S.D.N, גם מבחינת הטופולוגיה וגם מבחינת הממשקים.

# רשתות טלוויזיה בכבלים (טל"כ) לא לשידורי טלוויזיה בלבד

## כיווני התפתחות טל"כ והאינטגרציה שלהם ברשתות סיפרתיות, בפס-רחב, לשירותים משולבים

*(B-I.S.D.N Broad-band Integrated Services Digital Networks)*

התחלת העשור הנוכחי (1990) מסמנת ציון דרך בכניסת עידן חדש בתקשורת בארץ: הקמת רשתות טלוויזיה בכבלים ולווינים למינויים (טל"כ, טל"מ).

פרוייקטים אלה, המוערכים בכ-500 מיליון דולר עבור רשתות הטל"כ וכ-50 מיליון דולר עבור טל"מ, מהווים פרוייקטים בסדר גודל ללא תקדים, המכסים כמעט את כל רחבי הארץ והמתפרסים על שלוש עד חמש שנים.

פתרון שבהכנסת רשתות טלוויזיה בכבלים בכל הארץ, הוא כנראה יחיד במינו בכל העולם.

לצורך זה חולקה הארץ ל-31 אזורים. משרד התקשורת והמועצה הציבורית לשידורים בכבלים, פירסמו, בשנתיים האחרונות, מכרזים לכל האזורים (איור 1) וכן עבור הטלוויזיה באמצעות לוויין (טלוויזיה בתשלום, Pay-TV).

בכדי שהאזורים המרוחקים או דלי האוכלוסיה יוכלו להינות משירות זה, המיכרזים לאזורים האטרקטיביים הוצמדו לאזורים פחות אטרקטיביים.

עד עתה נבחרו 7 חברות, שזכו ב-29 אזורי טל"כ. ובקרוב יבחרו הזוכים בשני האזורים הנותרים. המוקדים יהיו: בבת-ים, בבאר-שבע, פתח-תקווה, ראשון-לציון ותל-אביב ראה איור 2), ובחלקם התחילו כבר לפעול כ-20,000 מינויים. כיום (1.08.90) מגיע מספר זה לכ-1.5% מסך המינויים הצפוי.

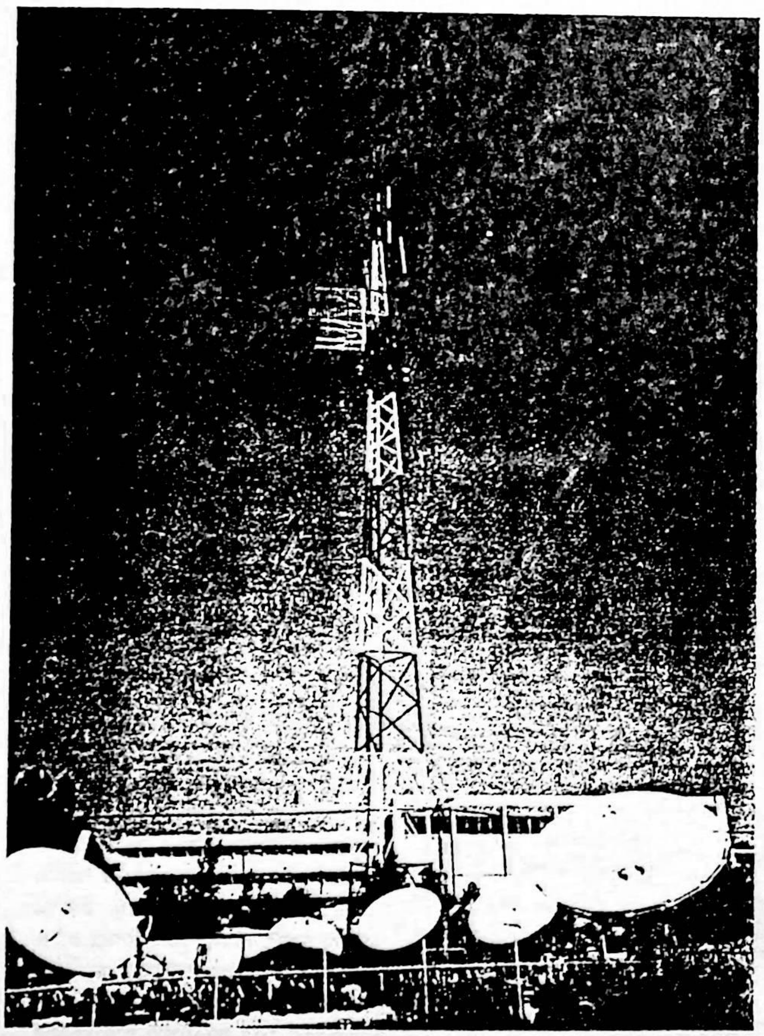
בארץ תתקיים רשת תקשורת-על (Over-Lay) שהשימוש בה יכול להיות לא רק לשידור (Broadcast), אלא גם אינטראקטיבי, כלומר, לא רק שידור ממוקד התפעול אל הציבור, אלא גם ההפך וגם בין מינויי הרשת. כמו-כן, קיימת אפשרות ליצור קשר בין רשתות שונות של טל"כ ובינן לבין הרשתות הציבוריות או פרטיות אחרות.

רוחב הפס הגדול שיש ברשתות טל"כ, מאפשר אינטגרציה שלמה שלהן, לכל מיגוון שירותי התקשורת: וידיאו, שמע, דיבור ונתונים ובעיקר, כשמדובר בשימוש בסיבים אופטיים, ב-. B-ISDN-Broadband Integrated Services Digital Networks

במאמר יפורטו מספר שיטות לאינטגרציה של רשתות הטל"כ שבשימוש בעולם ובארץ.

יש המתייחסים ל-B-ISDN כאל טכנולוגיית העתיד וכבר החלו להשתמש בה, במספר ארצות באירופה. גם בארה"ב וביפן ישנן התפתחויות אך בסטנדרטים שונים.

באירופה, 12 ארצות חתמו על מיסמך להכנסת הקשורת B-ISDN.



חוות הצלחות לקליטה מלוויינים במוקד התפעול בבאר-שבע

(European Broadband Interconnection Experiment) האמור להכנס לתוקף בסוף שנת 1990 ויהיה הראשון מתוכנית (Research on Advanced Communications in Europe) לפיתוח רשת אוניברסלית בפס-רחב (Universal broadband network). EBIT יהיה פיילוט לבדיקת צרכי השוק. התחום הראשון שיעבור בדיקה יהיה תחום החלפת מידע רפואי. בתחילה, מהירות העברת הנתונים יהיה 2 mbit/s, ומותאמת לצורכי אינטגרציה שלמה ב- mb/s.

### התפתחויות ב-B-ISDN באירופה

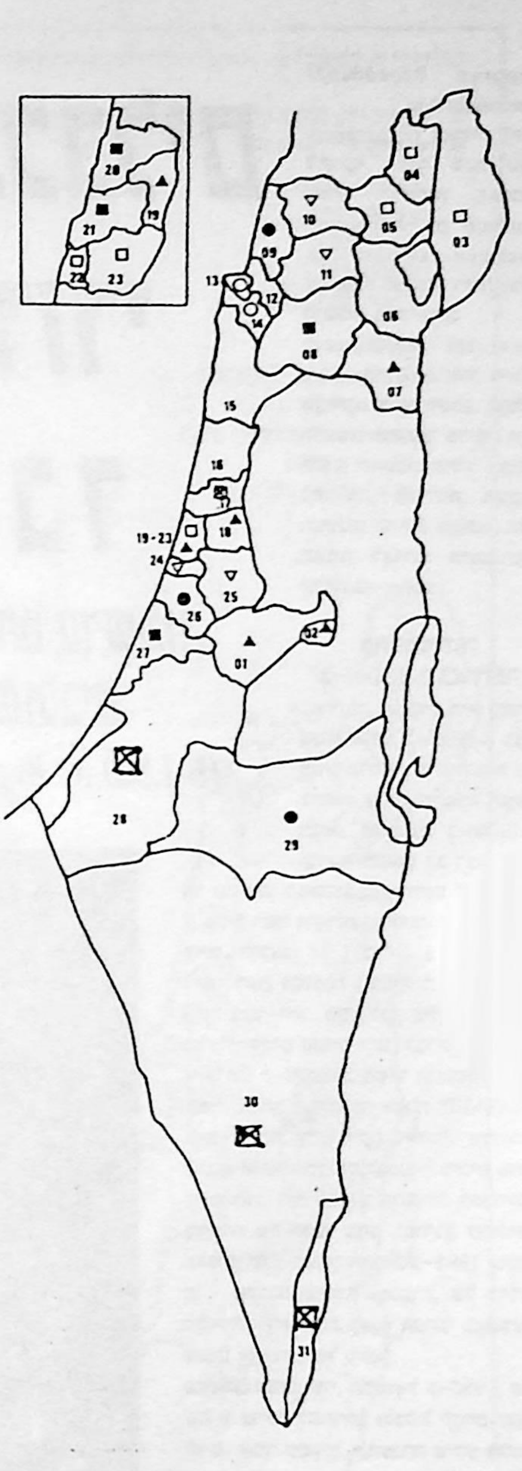
באירופה, המטרה היא להגיע, בשנת 1990, ל-B-ISDN במסגרת כלל אירופיאית ולא רק בתחום ארצי. בגרמניה המערבית, הפעילות ב-B-ISDN קיבלה תשומת לב רבה, לאחר שהוסקו מסקנות מהפרוייקט "BIGFON", שהיה רשת איזורית מבוססת סיבים אופטיים, הוקצבו 1.34 ביליון $ לשנה, כדי לייצר רשת ממותגת לאומית ראשונה באירופה בפס-רחב. נוסף לכך, צירפו הגרמנים גם פרוייקטים קטנים יותר, לבדיקת הפוטנציאל של ה-B-ISDN. משרד התקשורת הגרמני, משתף פעולה עם חברת "RAYNET", האמריקאית, ב"פרוייקט ריינט". שמטרתו למצוא שיטה חסכונית להכנסת סיבים אופטיים לכל בית במערב גרמניה. הפרוייקט מתפרס על חמש שנים ומורכב משלושה שלבים: שלב ראשון התחיל ב-1988 ומטרתו - העברה, בצורה אנלוגית, של שידורי טלויזיה ורדיו לבית המנוי הפרטי באמצעות סיבים אופטיים של טלפון.

במסגרת השלב שני, המתחיל ב-1990, שיטה זו צריכה להתרחב ולכלול קווים ספרתיים, עבור עסקים, להעברת מידע מסוגים שונים, בקצב Mbit/s. בשלב שלישי, תיבנה רשת, המסוגלת להעביר תמונות ונתונים בקצב של עד 140 Mbit/s.

במקביל, בברלין, משרד התקשורת הגרמנית, נותן את חסותו לפרוייקט "BERKOM" שהוא ה-B-ISDN הראשון בעולם. (כ-300 מיליון DM בשנה 1991 הושקעו בפרוייקט זה).

(BERKOM = Berliner communications System) מבוסס על שילוב של סיבים אופטיים עם מרכזת ציבורית System של SEL-Alcatel, ומתואם במיוחד ל- ISDN.

לפרוייקט שלוש מטרות (א) קביעת סטנדרטים; (ב) קביעת הדרישות של ציוד הקצה. (ג) חקירת ויישום טכנולוגיות חדישות בר-



איזורי טלוויזיה בכבלים בארץ

שתות בפס-רחב ( Broadband).
networking
קיימים כ-60 פרוייקטים נוספים, המבוססים על BERKOM; אחד מהם עוסק בתמונות X-ray מבתי חולים, העוברות תהליך "סיפרור" (Digitised) כדי להעבירן בין בתי חולים. להעברת מידע תעשייתי בין בתי חרושת בעזרת תכנון באמצעות מחשב, ( Computer Aided DesignCAD . מימון הפרוייקס, מורכב מכ-125 מיליון DM שהתעשייה משלמת והיתרה, 175 מיליון DM, מתקציב ציבורי.

בפרוייקט חלוצי זה, גרמניה המערבית מקבלת תמיכה מלאה מהארגון האירופיאי (Communication - E.C. European), הרואה בפיתוח ובהכנסת הטכנולוגיה רחבת-פס (Broadband) כאסטראטגיה לפיתוחה הכלכלי של אירופה.

גורמים אחרים באירופה רואים, אפילו, תלות מוחלטת של פיתוחה התעשייתי והעיסקי של הקהילייה האירופאית, בהכנסתה המוקדמת, ככל האפשר, של הטכנולוגיה התקשורתית רחבת-פס עבור המשתמשים המתקדמים. וזו הסיבה שהארגון נותן את חסותו לפיתוח רשת - Broadband Integrated Communications Network - B.I.C.N., פאן - אירופאית, במסגרת התוכנית Research on Advanced (Communications in Europe) - RACE ומקווה לראותה בפעולה בשנת 1995 - ועבור קבוצה עיסקית מובחרת, אפילו ב-1922.

ה- .E.C רואה ב-BICN את "היהלום שבכתר" בתוכנית ההתחזקות של הכלכלה האירופאית. מעניין לציין, שההמלצות למערכת רחבת-פס, המעבירים מתקשורת אווירית לתקשורת דרך כבלים, כך שיותר ויותר קטעים מספקטרום התדרים מתפנים עבור תקשורת ניידת; כמו-כן, דגש חזק מושם על המאמץ לתיאום עם הסטנדרטים האמריקנים.

## התפתחויות בארה"ב ב-B-ISDN

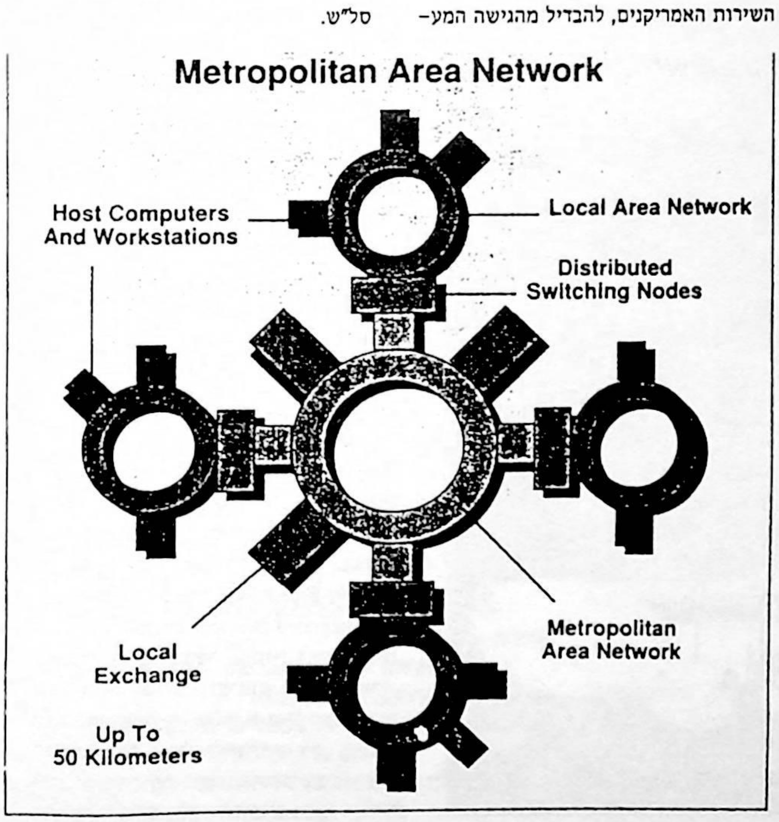
בארה"ב, הציפיות ל-B-ISDN הן לטווח יותר ארוך; האמריקנים מעריכים שרק לקראת סוף המאה הנוכחית, טכנולוגיית התקשורת רחבת-פס, תקבל תנופה.

חב' Mynex, מתחילה לייצר מתגים, המסוגלים לשרת דיבור ונתונים עד למהירויות של כ-1 מיליון סל"ש (Mdit/s) ומתגים רחבי-פס, ב-150 מיליון סל"ש ( Mb/s).

החברה רואה שהצרכים מובילים לתקשורת במהירויות של מיליוני סיביות בשניה, עבור העברת נתונים, וידיאו, לקשר בין מחשבים, לשירותי מידע מתקדמים לבית, וכיו"ב. אבל לדעתם כל אלו אינם מצדיקים הקמת רשת רחבת-פס, שתעלה ביליוני דולרים. נתוני השירות האמריקנים, להבדיל מהגישה המערב גרמנית, מחפשים פתרונות להעברת שירותים רחבי-פס, בהשקעות יותר נמוכות עם רווחים יותר גדולים ויותר מועדפים ולפי הערכתם, הפתרון המוצלח ביותר הוא השימוש ב: Switched Multimegabit Data (Service) S.M.D.S המיועד לעסקים, להעברת נתונים במהירויות של עד ל-30 מיליון סיביות בשנייה. לפי הערכתם, המתג יצא לפועל ב-1991 ויהיה מותאם לסטנדרט אמריקני IEEE 802.6 עבור M.A.N (Metroplitan Area Network) וגם לסטנדרט " - (Standard Optical Network) "SONET.

בחברת Nynex חושבים, שבאופן זה, לא יהיה צורך להמתין עד שהטכנולוגיה רחבת-פס תגיע לשוק הרחב. בחברה צופים, שהעברת המידע המגיע לבית, תתפתח ותואץ ממהירות של 1200 או 2400 סיביות בשנייה. 64,000 סיביות בשנייה, באמצעות רשת ISDN צרת-פס: (Narrow band Integrated Services Digital ISDN) Network עד שבשלב הסופי, יגיעו לרשת רחבת-פס (B-ISDN) כזו, שהרשת הציבורית הממותגת תהיה מסוגלת להעביר וידיאו בתנועה מהירה, בקצב של 150 מיליון סיביות בשנייה ויותר.

בין 64,000 סיביות בשנייה לבין המצב הזה, יהיה צורך במהירויות ביניים (Intermediate ). אחת השיטות להגיע למהירויות ביניים, לפי השקפתן של חברות המחשבים וביניהן גם חברת "Bellcore", היא שיטת "דחיסת" המידע (Video compression), כדי לקבל שירותים דומים, במהירות של 1.5 מיליון סל"ש.




רשת תקשורת איזורית - בת"א אחד הפתרונות ל- B-ISDN

## השוואה בין הגישה האירופיאית והגישה האמריקנית

הגישה האירופיאית נראית יותר "מהפכנית" ("Revolutionary") בו בזמן שהגישה האמריקנית היא יותר "התפתחותית" ("Evolutionary"). למרות שהמטרה הסופית של שתיהן היא אותה מטרה, קיים שוני גם בהשקעות הכספיות, בשיטות השיווק ובטכנולוגיה.

כתוצאה מכך, דרכי הפעולה שונות וגם הסטנדרטים. התקדמות בנידון נראית באופק, הודות לפעילויות של האירגון הבינ"ל CCITT. בקבוצת העבודה ה-XVIII, שהתכנסה בסוף השנה שעברה, הושג תיאום בין ה-M.A.N (Metropolitan Area Networks) שבתקן IEEE-802.6. המיוחדים למרחקים ברדיוס מירבי של 50 ק"מ, עם התקן הרב-מיליוני סיביות בשנייה של CCITT עבור הקשר בין רשתות תקשורת מקומיות (L.A.N.S Local Area Networks) המתקיים דרך רשתות ציבוריות.

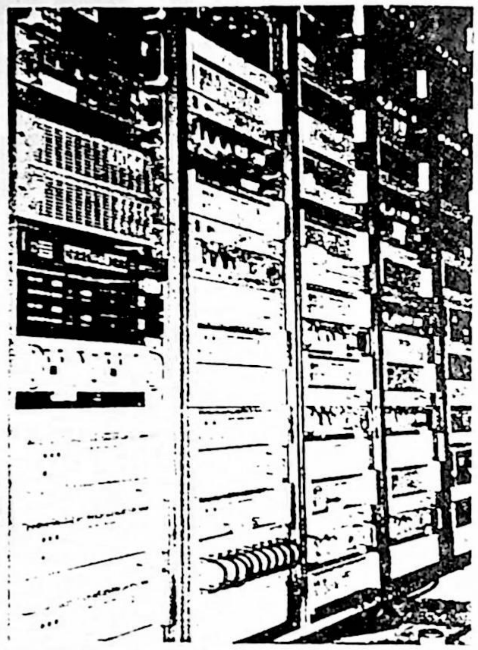
אחד הנושאים שהיו שנויים במחלוקת בין הגישה האירופיאית והגישה האמריקנית, היה אורכה של יחידת המידע (Burst Information). באירופה מעדיפים שאורך התא (cell) יהיה 32 אוקטטים. כיוון שבאירופה אין בעיות מיוחדות לביטול ההד (echo cancellotion), בעוד שבאמריקה, עקב המרחקים העצומים, קיימת בעיה כזאת ונגללה, באמריקה מעדיפים שאורך ה"תא" יהיה 64 אוקטטים.



בתערוכת "Broad cast 90"

בסופו של דבר, הוסכם על אורך "תא" של 48 אוקטטים. להחלטה הזאת יש מספר השלכות והחשובה בהן – שבפעם הראשונה יש הסכמה כללית על ביסוס של B-ISDN ולייצרנים תהיה אפשרות לייצר ציוד המתאים לשימוש בכל מקום בעולם.

השיטות, שתוארו לעיל, מבוססות על A.T.M - (Asynchronous Transfer Mode)



ציוד חברת "פייזקום" במוקד התפעול בבאר-שבע

כפרוטוקול לתמסורת רחבת-פס, ביחד עם שיטת ה-(Metropolitan Area Network) B-ISDN כטכנולוגיה שהיא בלב ה-B-ISDN.

הרשת האזורית M.A.N מקשרת רשתות תקשורת מקומיות דרך רשתות ציבוריות או פרטיות. מדיווחים בספרות המקצועית, אפשר ללמוד, שכבר בחודש דצב' 1989 נחתמו בגרמניה המערבית חוזים עבור 4 רשתות התקשורת האזוריות M.A.N מתוצרת Siemens Alcatel-Sel, העובדות במהירויות 34-140 מיליוני סיביות בשנייה, שיהיו הבסיס לרשת ספרתית רחבת-פס לשירותים משולבים, המתוכננת לשנת 1990.

שתי החברות Alcatel ו-Siemens משתמשות במוצר הנקרא Dual Queue Dual) DQDB - (Bus) שפותח ע"י חברה אוסטרלית והמהווה את הבסיס לתקן IEEE 802.6 (בסביבה ציבורית).

### התפתחויות בארץ

נוסף לשיטה של תמסורת ATM – "תאים ממותגים" – Asynchronous Transfer Mode) - Cellswitching, המהווה את הבסיס לתקן IEEE 802.6 והמצריכה סיבים אופטיים, קיימת גם שיטת תמסורת סינכרונית, בתמסורת מעגלים (Synchronous.) Mode Transfer - S.T.M בריבוב חלוקת תדרים.

השיטה הזאת, מהווה את הבסיס לתקן IEEE-802.7 וקיימים מספר יצרנים של רשתות תקשורת אזוריות M.A.N רחבי-פס, בכבלים קואקסיאליים. חברת "פייזקום" הירושלמית, הציגה בתערוכה ראשונה מסוגה, Broadcast '89 שהתקיימה בחסות משרד התקשורת, בסוף שנת 89'. רשת רחבת-פס M.A.N. המעבירה גם נתונים בתמונה, חברת Direct Screen Technologies פיתחה על מחשב אישיים של Ollivetti, תוכנה הנקראת Cable CAT View (Television View) והנתונים עוברים דרך רשת רחבת-פס של חב' "פייזקום".

התוכנה מאפשרת גרפיקה באיכות גבוהה, נתונים ואנימציה, ויש לה חמש קונפיגורציות (תצורות) כדלהלן:

Program Guide Channel (Preview )
News channel (Newview )
Classified Advertising
Teletext channel
Head-end multimanager

הפיתוח של רשת אזורית רחבת-פס היא תוצאה טיבעית של התמחות החברה בייצור ציוד הדרוש למוקד התיפעול של רשת טלויזיה בכבלים. חב' ICS הקימה, בבאר-שבע, רשת טלויזיה בכבלים המבוססת על ציוד של חב' "פייזקום" (איור 5)שכבר בסוף השנה הקודמת התחילה לתת שרות נסיוני.

### לסיכום:

נוסף לשיטות הניזכרות במאמר, יש גם שיטות שפותחו ע"י חברות טל"כ ותקשורת בארצות שונות, המסובבות על טכנולוגיות כוכב, כוכב ממותג וכד'.

בארץ, יש לבחון איזו שיטה כדאי לאמץ, לפתח וליישם עבור הטלויזיה בכבלים, כדי להבטיח שירותים מגוונים לציבור, במחירים סבירים וביעילות, ולשלב אותם ברשתות ציבוריות וזה אתגר רציני למחקר יישומי ולתעשיית התוכנה והאלקטרוניקה בארץ.

# תקשורת אופטית

## כפר עולמי סיפרתי

במשך שנים רבות, מערכות הכבלים התת־ימיים והתקשורת הלווינית לקשר טרנס־אטלנטי חיו בדו־קיום ואפילו השלימו זה את זה. הכנסת סיבים אופטיים במקום כבלי מתכת, הפכה את התקשורת האופטית למתחרה לתקשורת הלווינית ולא רק לטכנולוגיה המשלימה אותה. לשתי הטכנולוגיות יש יתרונות משלהן.

בחלק זה של המאמר, אתאר בקצרה מספר הבדלים בין טכנולוגיית הסיבים האופטיים לבין לוויני התקשורת ואסקר התפתחויות בקשרים הבינלאומיים – התת־ימיים והיבשתיים.

הכנסת הכבלים האופטיים, מהווה מהפכה ברוחב הסרט הנחוץ לתקשורת בינלאומית ומהווה את התשתית לתקשורת הבינלאומית למאה הבאה. נוסף לרוחב הסרט הכמעט בלתי מוגבל, לסיבים אופטיים תכונות נוספות, ביניהן: הפסדי הספק נמוכים, מידות קטנות, משקל נמוך, אי־חשיפה להשפעות אלקטרו־מגנטיות וכו׳.

### השוואה בין אופייני תמסורת באמצעות לווין לבין סיבים אופטיים

ללוויני תקשורת יש יתרון גדול בכך, שהמרחק בין נקודות ביניהן רוצים ליצור קשר, לא משפיע בצורה משמעותית, דבר המאפשר קשר בין אתרים מרוחקים מאד. נוסף לכך, טווח זה מאפשר קשר בין נקודה אחת לנקודות רבות ותקשורת ניידת מעל לאוקיאנוסים.

החיסרון הגדול של הלווינים הוא, שהימצאותם כ־36,000 ק״מ מעל קו המשווה, גורמת השהייה גדולה בזמני התפשטות האותות האלקטרומגנטיים המובילים את המידע, (אם ניקח בחשבון שמהירות ההתפשטות היא 300,000 ק״מ/ש׳ והמרחק שהאותות עוברים הוא 2X36.000 ק״מ – עד ללווין ומהלווין עד כדור הארץ – יוצא שזמן ההשהייה הוא כ־270 מיל׳/שניות). הודות לתופעה זא, מופיע ׳הד׳. אך אם בהעברת דיבור ל׳הד׳ אין השפעה משמעותית, בהעברת נתונים בזמן־אמת, אינטראקטיבי, ׳ההד׳ מהווה חיסרון גדול. בהשוואה לסיבים אופטיים, ההעברה היא מיידית.

לסיבה זו מתווספת גם מדיניות משרדי התקשורת של המדינות השונות, לגוון את שיטת התיקשורת וליצור גיבוי, כך שנראה כי מובטח מקום לשתי הטכנולוגיות. מדיניות משרדי תקשורת ביחס לשני אמצעים אלה, מחלקת את התעבורה בצורה שווה בין תקשורת לווינית וסיבים־אופטיים, בנושא הקשר הטרנס־אטלנטי.

למרות שהעברת מידע בטכנולוגיית כבלים תת־ימיים התחילה ב־1956, 10 שנים לפני הטכנולוגייה הלווינית, דווקא האחרונה היא זו שקיבלה תנופה.

לכבל הנחושת הטרנס־אטלנטי הראשון – TAT-1, היתה קיבולת 36 ערוצי טלפון וללווין הראשון INTELSAT I (EARLY BIRD) ששוגר ב־1965, קיבולת דומה. ב־1976, INTELSAT-4A איפשר 6000 ערוצי דיבור ושני ערוצי T.V. לעומת זאת, כבל הנחושת התת־ימי TAT-6 שהושחל באותה שנה איפשר רק 4000 ערוצי דיבור. המחירים להעברה באמצעות הלוויין היו נמוכים פי שלושה מאלה שדרך הכבל.

עם הכנסת הכבל התת־ימי הראשון בסיבים־אופטיים TAT-8 ב־1988, גדלה קיבולת הכבל ל־8000 ערוצי דיבור; הקיבולת ניתנת להגדלה פי חמישה בעזרת טכניקות מסוימות והעלות כבר ירדה פי חמישה); באותו זמן ל־INTELSAT-6 היו 27,000 ערוצים. כבל ה־TAT-8, שערכו כ־335 מיליון דולר, מורכב משלושה זוגות של סיבים שאורך הגל שלהם הוא 1300 ננומטר (MM). הקיבולת הסופית של הכבל האופטי היא כ־40,000 ערוצי דיבור, שהיא פי שלושה מסה״כ הקיבולת של כל כבלי הנחושת הטרנס־אטלנטיים.

מהשוואות שנעשו בין עלות, אורך חיים ומרחק, של תקשורת לווינית ותקשורת בסיבים אופטיים, עולה שיש מקום לשתי הטכנולוגיות, כשהן יכולות להשלים אחת את השניה ואף לבוא אחת במקום השניה בשעת הצורך.

### כבלים אופטיים טרנס־אטלנטיים

הכבל TAT-8 נבנה בהתאם לחוזה שנחתם בשנת 1984: AT&T בנתה עבור חלק מארה״ב, עד לנקודת פיצול הנמצאת לא רחוק מחוף אירופה ומקשר משם לאנגליה וצרפת; STC אחראי על החלק שבין נקודת הפיצול (JUNCTION BOX) עד לאנגליה; ALCATEL/CIT וכבלי לויין אחראים על הקטע שבין נקודת הפיצול, עד צרפת.

המשתמשות בכבל האופטי הן 29 ארצות באירופה/אמריקה הצפונית. סה״כ קיבולת הכבל היא 37,800 ערוצי דיבור, הוא מורכב מסיב אופטי 1,300 ננו־מטר חד־אופני והתקשורת המועברת היא סיפרתית. הכבל מורבב משלושה זוגות סיבים אופטיים שלכל אחד קצב 280 מיליוני סל״ש, כאשר אחד מהזוגות משמש כרזרבה במקרה של תקלה. לאורך כל הכבל נמצאים ׳משחזרים׳ לכל 57 ק״מ.

לכבל, שהתחיל לתת שירות ב־1988, כבר היו תקלות והניסיון שהצטבר בשנה האחרונה מלמד שיש צורך להניח את הכבל בעומק מסויים – כך שלא ייפגע מסיבות שונות. בעת התקלות, השתמשו בקשר לוייני כדי שלא יהיו הפסקות בשירות.

בעת שירות שוטף יכולת ההעברה של הכבל היא מאד גבוהה: ה־B.E.R. (BIT ERROR RATE) הוא פחות מביט אחד שגוי ב־100 מיליון סל״ש, לעומת הלווין שיש לו ביט אחד שגוי ב־1 מיליון סל״ש (במזג אוויר גרוע). אורך החיים של הכבל הוא כ־25 שנה, לעומת 10 שנים של לויין.

בגלל אמינות התמסורת האופטית הולכת ומתפתחת צורת תקשורת זו. כך, הכבל PTAT-1 (1989) הוא כבל פרטי ויש לו קיבולת כפולה מאשר ל־TAT-8 וארבעה קצוות: אנגליה, אירלנד, ניו־גרסי וברמודה. אחריו, מדברים כבר על כבל PTAT-2 ב־1992.

עבור 1991 מתוכנן כבר כבל טרנס־אטלנטי נוסף, TAT-9, שערכו הוא 200 מיליון דולר. כבל זה יעבוד בקצב של 565 מיליוני סל״ש – כמעט קצב כפול מזה של TAT-1 ומכיל ענפים לאיטליה, פלמה במיורקה ומרסיי – דרום צרפת.

החברות בקונסורציום הן: בריטיש טלקום, טלקום צרפת, טלפוניקה בספרד, AT&T, טלגלוב מקנדה ואיטלכבל עבור הים התיכון.

בגלל הדרישות ההולכות וגדלות להעברת נתונים, הונח כבל אופטי נוסף TAV-1 (1989) המחבר את החוף המזרחי של ארה״ב, צפון

ספרד ואנגליה. גם ל־TAV-1 וגם ל־TAT-9 יהיו ענפים במזרח קנדה.

## כבלים אופטיים בים התיכון ובמזרח

באיזור הים התיכון, כבל אופטי הנקרא EMOS מתוכנן עבור השנה הנוכחית. המערכת, שמרכזה בפלרמו (סיציליה) תאפשר קשר לאלכסנדריה ומשם למזרח התיכון ודרום מזרח אסיה בכבל SEA-ME-WE.

הכבל האחרון, כבל נחושת קואקסיאלי, הוא הקשר הראשון לדרום–מזרח ויאפשר תמסורת בין המזרח התיכון לסרילנקה, סינגפור ופפואה.

ישראל מחוברת לכבל EMOS, היוצא מתל־אביב, מתחבר לפלרמו ומשם ־ימשך הקשר ל־TAT-9 וב־TAT-8 לאירופה וצפון אמריקה. מחיר הפרוייקט הוא כ־107 מיליון דולר וחלקה של ישראל בהשקעה הוא כ־24 מיליוני דולר.

בשלב הראשון, הכבל יהיה מסוגל להעביר כ־2000 אפיקי דיבור ספרתיים.

המדינות המשתתפות בקונסורציום הן: איטליה, ארה״ב, בריטניה, גרמניה המערבית, ישראל, טורקיה, יוון, ספרד, צרפת ושווייצריה.

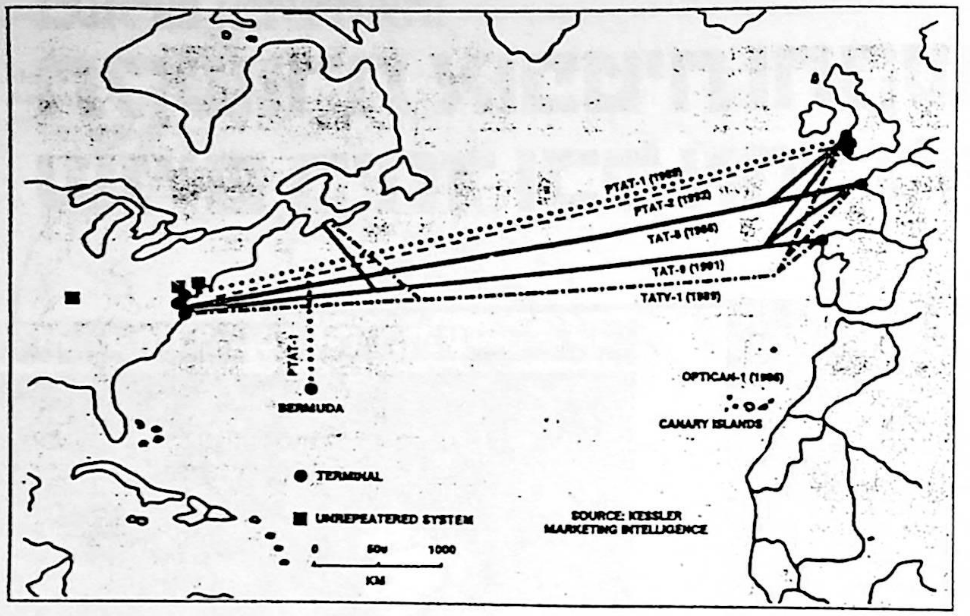
## כבלים אופטיים באוקיאנוס השקט וההודי

באוקיאנוס הפציפי וההודי חלק מהכבלים כבר הושחלו וחלק מתוכננים:

HONG KONG/JAPAN/KOREA (H-J-K) - 1990
SEATTLE/HAWAII (HAW-4) - 1989
VANCOUVER/TOKYO (PPAC) - 1989
HAWAII/JAPAN (TPC-3) - 1989
PHILIPPINES-TPC-3 LINK (CP-2) - 1989
SYDNEY/AUCKLAND (TASMAN-2) - 1991
SYDNEY/ASIA - 1995
AUCKLAND/USA - 1993
W-USA/HAWAII (ALOHA) - 1992

כמו־כן מתוכנן עבור שנת 1992 כבל פרטי ע״י חברת TTI הנקראת ALOHA, בין החוף המערבי של ארה״ב ו־HAWAII.

ישנן תוכניות להשחלת כבלים אופטיים באזור הגולף. כנראה שמרכז המערכת יהיה בבאחריין והכבל שאורכו יהיה 520 ק״מ יחבר אותה לכווית.




*מערכות סיב־אופטיות תת־ימיות באיזור האוקיאנוס האטלנטי*

## תמסורת אירופה

ועידת ה־CEPT באירופה

THE CONFERENCE OF EUROPEAN POSTAL AND TELECOMMUNICATIONS ADMINISTRATIONS

מתכננת פרוייקט לחיבור 26 המדינות החברות בה באמצעות סיב אופטי ולהתחיל בחיבור ערי מפתח עוד בשנה זו. מצפים שמסמך ההבנה עבור 'תמסורת אירופה' ייחתם בספטמבר והפרוייקט יצא לפועל ב־1955.

## כבלים יבשתיים משולבים בכבלים תת־ימיים

בשלבי תכנון תוכניות לכבל אופטי טרנס־סיבירי שיקשר בין מערב־אירופה למזרח הרחוק. הכבל אמור לחבר את יפן, בריה״מ ובמקביל לקווי הרכבת הטרנס־סיבירית יגיע למוסקבה. משם (איור מס׳ 2) מתוכנן ענף דרך הים הבלטי לקופנהגן וענף דרך הים השחור יגיע לים התיכון, לפלרמו. מתוכנן גם ענף לוורשה ומשם לפרג. מערב גרמניה גם היא מתכננת כבל אופטי בין פרנקפורט וברלין המזרחית לוורשה ומשם למוסקבה ופרג.

בו־זמנית, טלקום צרפת וטלקום סינגפור, מתכננים כבל אופטי שערכו כ־600 מיליון דולר, הנקרא כאמור SEA-ME-WE-2, ומחבר את מרסיי לסינגפור.

הכבל יהיה מורכב משני זוגות סיבים אופטיים, בעלי מהירות של 565 מיליוני סל״ש.

צפוי חיבור מצרים, אבו־דאבי, זיבוטי, ערב הסעודית, הודו, אינדונזיה, בכבל אופטי ב־1994. אם הפרוייקט יצא לפועל, הוא יהווה תחרות רצינית לכבל הטרנס־סובייטי. קיימים מגעים בין הארצות המעורבות בפרוייקטים ויש מחשבות שהכבל SEA-ME-WE-2 יושחל באותו הנתיב כמו SEA-ME-WE-1.

## לסיכום

חוזים שסה״כ ההשקעות בסיבים אופטיים לשנת 1994 יגיע ל־5 ביליון דולר, עבור הקטעים הבין־לאומיים. כמו־כן נעשים מחקרים לבדיקת הקשר בין לוויני תקשורת ובין מסלולי לוויינים שונים: IOL - INTER ORBIT LINK.

המסלול לתקשורת – מסלול גיוסטציונרי (GEO) ומסלול נמוך יותר יכולים להתבצע בצורה אופטית, דבר המאפשר הגדלת קיבול לוויני התקשורת, גמישות בהתחברות בין לוויני תקשורת שונים, הגדלת שטח הראייה של הלוויין וכו׳.■

## בשלום ובמלחמה:

# תקשורת אופטית ותקשורת לוויינית שניים ביחד וכל אחד לחוד




לפני הופעת התקשורת הלוויינית, ערוצי הטלפון והקשר בגלי רדיו היו האמצעים היחידים להעברת מידע אלקטרוני. חלק ממגבלות ערוצים אלה, כגון אי־יכולת להגיע לאיזורים גיאוגרפיים מסויימים וקיבול מוגבל, לא תקפות עוד בעידן התקשורת הלוויינית.

התקשורת הלוויינית מאפשרת שידור מנקודה שעל פני הקרקע אל הלווין – קו־מעלה (UP-LINK) ומהלווין אל הקרקע – קו־מטה (DOWN-LINK), אל מספר תחנות קליטה בעלות אנטנות מקוונות אל הלווין.

אלא שגם לתקשורת לוויינית יש מגבלות: רק התחנות הנמצאות באיזור ההשפעה של הלווין (FOOT-PRINT), מסוגלות לקלוט את השידורים, צפיפות הלוויינים במסלול ה־GEOSTATIONERY, העובדה שהאותות נחלשים (ATTENUATION) הודות לטיפות הגשם, התנגשות אפשרית עם גלי רדיו על פני הקרקע, חשיפת האותות לקליטה בלתי רצויה (אלא אם יש הצפנה), עלות גבוהה (ערוץ מעלה, נע בין 300,000 ל־50,000 דולר), קיבול מוגבל – כל אלה דרשו פיתרון נוסף: תקשורת באמצעות כבלים אופטיים.

בכל זאת, יש איזורים אליהם לא ניתן להגיע בכבלים אופטיים או שהעלות בלתי כלכלית, בעוד שניתן לשדר ולקלוט מהם באמצעות לוויני תקשורת.

כך שלשני הפתרונות יש הצדקה והשימוש בהם הולך וגדל, בד בבד עם הצורך בהעברת מידע. לדוגמה, מלחמת המפרץ הפרסי, שהיינו חלק ממנה בעל כורחנו, הועברה בשידור חי דרך לווייני תקשורת וסיבים אופטיים, בנפרד או במשולב.

גם ישראל, התחברה לאחרונה לרשת בין לאומית לתקשורת בכבלים אופטיים ועומדת גם היא להיות חברה במועדון בעלי לוויני תקשורת.

להלן מובאים פרטים על תקשורת תת־ימית בכבל אופטי וגם על הפיתוח העתידי של לווין התקשורת ישראלי.

## כבל תת־ימי 'אימוס' (EMOS)

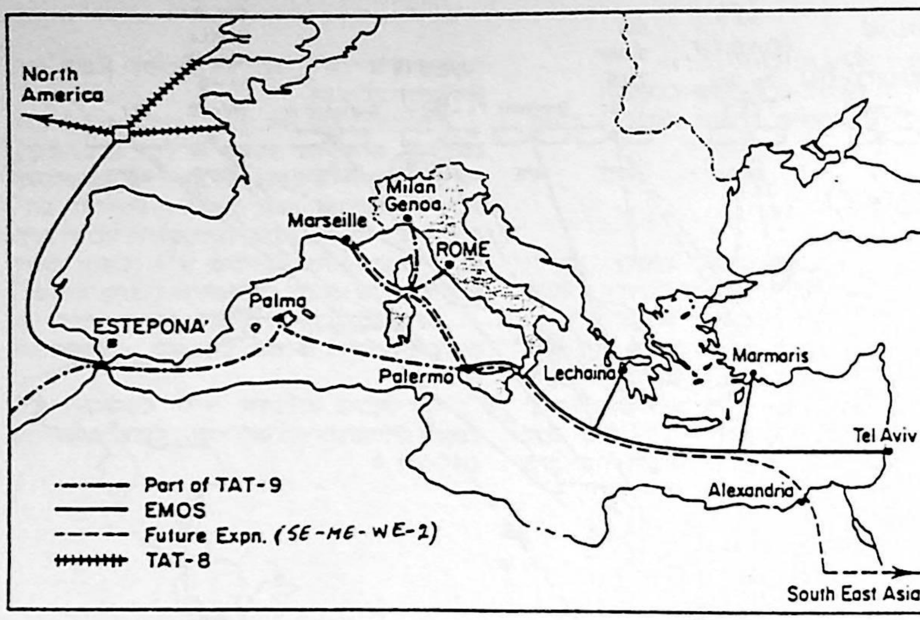
הכבל EURO MEDITERRANEAN OPTICAL SYSTEM - EMOS, שאורכו כ־2,900 ק"מ, משותף ל־13 מדינות: ישראל, טורקיה, יוון, איטליה, צרפת, בריטניה, גרמניה, הולנד, ספרד, בלגיה, שוויץ, ארה"ב וקנדה.

הכבל מצויד במגברים לכל 65 ק"מ, לעומת 8 ק"מ מרחק בין מגברים בכבל הנחושת הישן. מתוך הערך הכולל של 107 מיליון דולר, עלותו של החלק הישראלי של הכבל הוא כ־24 מיליון דולר, בגלל המרחק המחייב יצירת קשר לרוחבו של ים התיכון. (סה"כ ההשקעות בכבלים אופטיים בים התיכון הוא 6% מכל ההשקעות בעולם בכבלים אופטיים תת־ימיים).

חיבורו של הכבל בצד הישראלי נעשה במרכזת הבין־לאומית בת"א והגיבוי במרכזת הבין־לאומית החדשה בפתח־תקוה. מרכזת אחרונה זו שהיא השנייה בגודלה בארץ, היא מרכזת סיפרתית, בינלאומית ובינעירונית מדגם SYSTEM 12 מתוצרת תדיראן.

הכבל 'אימוס' עם המרכז בפלרמו־סיציליה, מאפשר קשר סיפרתי לארצות אירופה ובאמצעות הכבלים הטרנס־אטלנטיים הקיימים TAT-8, ו־TAT-9, לצפון אמריקה. כבל אופטי נוסף TAT-10 מתוכנן ל־1993, ויוכל להעביר בו־זמנית 150 אלף שיחות דרך זוג סיבים, (בקצב העברת נתונים של 2.4 אלפי מיליוני סל"ש GBPS). כמו כן קיימת אפשרות, שבעזרת הצומת בפלרמו, הכבל 'אימוס' יתחבר לאלכסנדריה ומשם למזרח התיכון ודרום מזרח אסיה, – משם מגיע כבל הנחושת SEA-ME-WE 1 הקיים עד לסינגפור (SOUTH EAST ASIA - MIDDLE EAST - WESTERN EUROPE) – ובאותו נתיב מתוכנן ה־SEA-ME-WE 2.

לכבל 'אימוס' קיבול סופי של כ־20,000 שיחות טלפון סימולטניות, לעומת 3000 שי־




*הכבל האופטי התת-ימי 'אימוס'*

חות טלפון בכבל 'תל-פאל' הקיים (בין ת"א לפלרמו), שהונח ב-1975, ו-128 שיחות בכבל תת-ימי 'מר-טל' (בין ת"א למרסיי) שהונח ב-1968. כיום, מעבירים אפיקים מכבל תל-פאל אל הכבל 'אימוס'.

בזק שואפת להכפיל את קיבול כבל 'אימוס' ע"י הוספת ציוד סיפרתי. אורך החיים של הכבל מוערך ב-25 שנה.

בתחילת שנת 1991, מספר האפיקים בקשר חו"ל של ישראל היה כמעט שווה עבור כבלים תת ימיים (כ-1300) ועבור לוויני תקשורת (כ-1200).

'בזק' מתכננת תחנת אנטנות לווינית חדשה למתן גיבוי לכבל האופטי 'אימוס' ובנוסף מקדמת את הקשר בכבל אופטי עם קפריסין.

הפעלת הכבל האופטי התת-ימי מאפשרת חלוקה טובה יותר בשימוש ערוצי תקשורת: ערוצי דיבור, רדיו, העברת נתונים ופקסימיליה, כאשר התקשורת הלווינית מוקדשת לשידורי טלוויזיה.

מאז פרוץ המלחמה במפרץ הפרסי, חברת 'בזק' מפעילה תחנת קרקע לתקשורת לוויינית - השנייה בגודלה לאחר עמק האלה - לתגבור העברת משדרי טלוויזיה לרחבי העולם, בעיקר לחברות סי.אן.אן. ואן.בי.סי. התחנה החדשה שהוכנה מראש לתקשורת טלפונים ומחשבים הוסבה לשני ערוצי הטלוויזיה הבין-לאומיים הנ"ל. כמו-כן התקינה החברה מערך העברת משדרי טלוויזיה מכל מקום בארץ וגם מחו"ל. המערך התקשורתי מאפשר העברה בזמן-אמת של האירועים וגם, בין השאר, מסיבות עיתונאים משולבות הנערכות בו-זמנית במלונות אחדים בארץ ובחו"ל.

בתוך הארץ, רשת הסיבים האופטיים הסיפרתית הפרוסה בין אילת למטולה, מתוגברת במערך מיקרוגל ומאפשרת קשר ממושך של שידורי רדיו, טלויזיה וטלפון.

לכבל האופטי יכולת העברה בו-זמנית לא רק של שיחות טלפון, אלא גם של שידורי וידיאו, תצלומי טלויזיה, הודעות בכתב ופקסימיליה.

להבדיל מתקשורת לווינית, הסובלת מ'השעיה' (DELAY) בגלל המרחקים אל הלווין ומהלווין אל הקרקע, מהד (ECHO) בשיחות טלפון ומשיבושים בהעברת נתונים - בתקשורת בכבל אופטי לא מופיעות הפרעות כאלה ולכן עדיף להעביר דרכו (ולא דרך הלווין), שיחות טלפון ונתונים, מה גם שהעלות יותר נמוכה.

התקשורת הבינלאומית של ישראל היא מרכיב חשוב ביותר בחיי החברה וחשיבותה הלכה וגדלה בימי מלחמת המפרץ. (בסוף שנת 1990 בוצעו מעל 300 מיליון דקות שיחה לחו"ל ומחו"ל).

## לווין התקשורת הישראלי - 'עמוס' (AMOS)

המושג SATELLITE מקורו במילה הערבית SATALA שפירושה להסתובב. פרוייקט הלווין הישראלי 'עמוס' נוצר לפני כ-7 שנים ורק ב-1993 יצא לפועל. (בהתחלה השם היה AMS, אבל יותר מאוחר התקבל השם AMOS). היום מתבצעת חלק מהתקשורת הלווינית בישראל, באמצעות לווין תקשורת F 12 - INTELSAT V שממוקם בחלל ב-$1^0$W (או $359^0$E), בעזרת שלושה משיבים (TRANSPONDERS), (ציור מס' 2).

לאחר שיסתיימו חיי הלווין הזה, ניתן יהיה להעביר את התקשורת אל הלווין 'עמוס', שיתייצב במסלול הגיאוסטציונרי (בחלל, בגובה 36,000 ק"מ מעל קו המשווה) במקום המיועד לו, $15^0$E מעל זאיר. המיקום נשמר משנת 1986 ע"י האירגון הבינלאומי לחלוקת מיקום הלווינים בחלל.

נוסף להיענות לצרכי תקשורת ארציים, לווין התקשורת 'עמוס' יהיה מסוגל לתת שירותי תקשורת גם לארצות אחרות.

הצלחת לוויני 'אופק 1' ו'אופק 2' (ספט. 1988 ואפריל 1989) שנעו במסלול $35^0$N ו-$35^0$S מקו המשווה (במרחק של 250 עד 1500 ק"מ מכדור הארץ) נותנת תקווה גם להצלחת לווין התקשורת 'עמוס'. לווין 'עמוס' (AFRICAN MEDITERRANEAN SYSTEM - AMS) הוא תשובה ללווין איזורי 'ערבסט' (ARABSAT) המשרת את ארצות ערב והוא מבוסס טכנולוגיה אמריקאית והשקעות אירופאיות.

הלווין 'עמוס', תוצרת התעשיה האווירית הוצג בתערוכת איל"א אוקטובר 1990 בירושלים. 'עמוס' שיהיה מורכב מ-2 לווינים ישוגר באמצעות הטיל הצרפתי 'אריאן' ויוצב מעל אפריקה. משם יועברו תוכניות טלוויזיה, רדיו, טלפון, וכו' לישראל ולמדינות אחרות שירכשו אפיקים. רשות השידור הישראלית מצטרפת לפרוייקט לווין 'עמוס' בהשקעה של מיליוני שקלים, כדי שתוכל לשדר באמצעותו שידורי טלוויזיה ורדיו. גם הממשלה תרכוש שירותי לווין בסכום של 15 מיליון דולר לשנה, במשך 10 שנים. ערוץ 2, חברת בזק וגורמים עיסקיים אחרים יהיו גם הם בין משתמשי שירותי הלווין. בנוסף, קיימת האפשרות לתקשורת דו-כיוונית (לקלוט ולשדר), כך שצפוי שגם רשתות פרטיות יצטרפו לשימוש אינטנסיבי של תקשורת לווינית. העלות של הלווין מוערכת ב-250 אלף דולר וישראל היא השמינית מתוך 150 ארצות בעלות לווייני תקשורת, המייצרת אותם בעצמה.

ללווין 'עמוס' מספר תכונות: אורך חייו הוא 10 שנים, משקלו בחלל 600 ק"ג. הלווין עובד בתחום התדרים 11/14 KU-BAND אלפי מליוני הרץ ויהיו לו 6 משאבים (TRANSP-OUDERS). ניתן יהיה לקלוט את השידורים באמצעות הלווין בעזרת אנטנות צלחת בעלות קוטר עד 0.6 מ', שעלותן כ-300 דולר.

## תיאור כללי של הלווין 'עמוס'

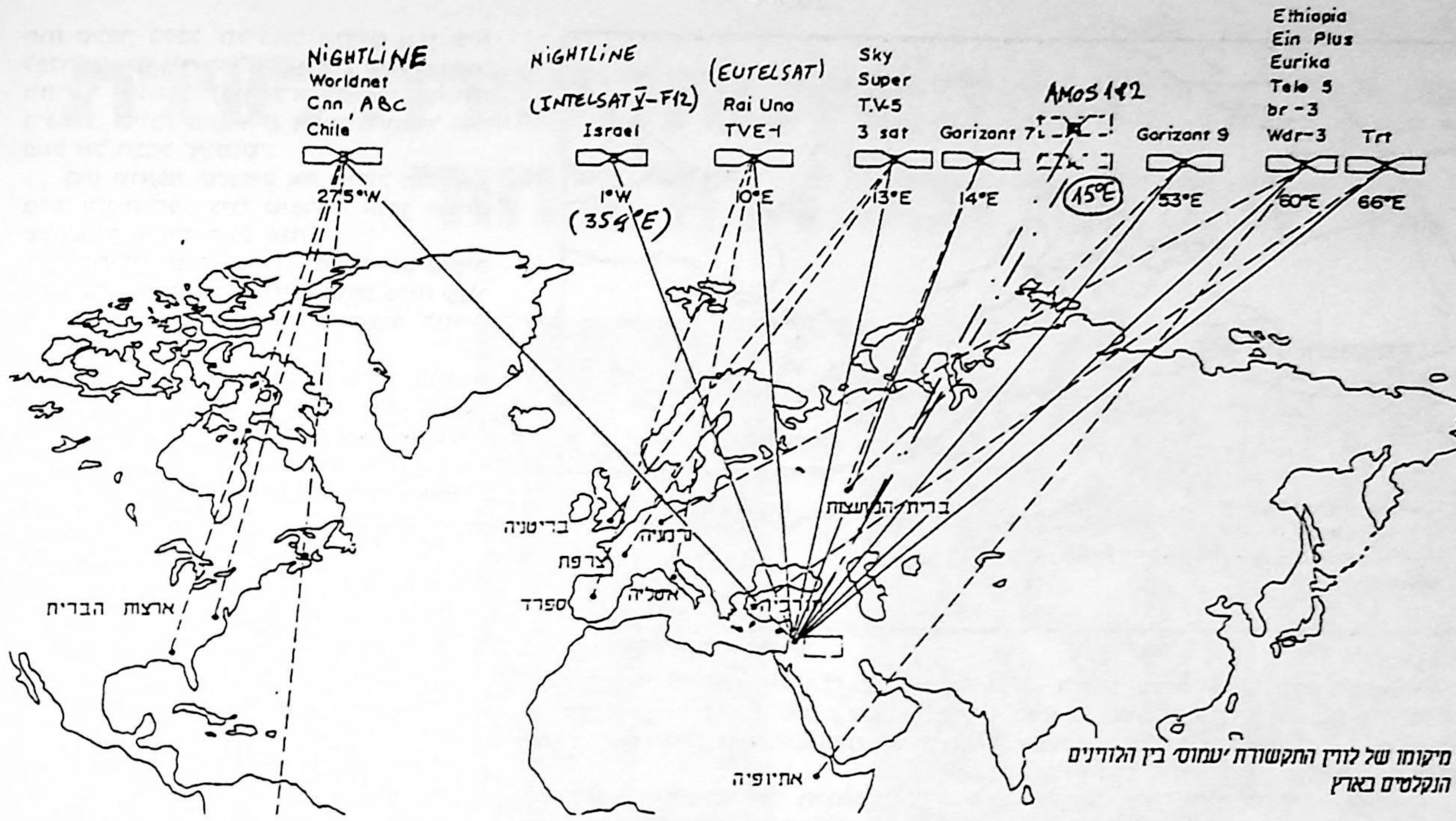
הלווין 'עמוס' הוא 'מינילווין' (MINISAT-ELLITE), כיוון שלא נמצאה הצדקה עסקית ושיווקית ללווין גדול, עבור ישראל. אורך גוף הלווין הוא 4 מ', ואורך כל אחד משני הפנלים לקליטת אנרגיה מהשמש (דרומי וצפוני) הוא 1.7 מ' (משטחי השמש).

הלווין יפוקד על ידי תחנת השליטה, מבלי שיהיה בעל יכולת קבלת החלטות עצמאיות בנוגע להפעלת תת-מערכות, להתחלה או לסיום התהליכים. על הלווין מותקנות אנטנות בתחום KU ו-UHF, מפזרי חום, 6 משיבים.

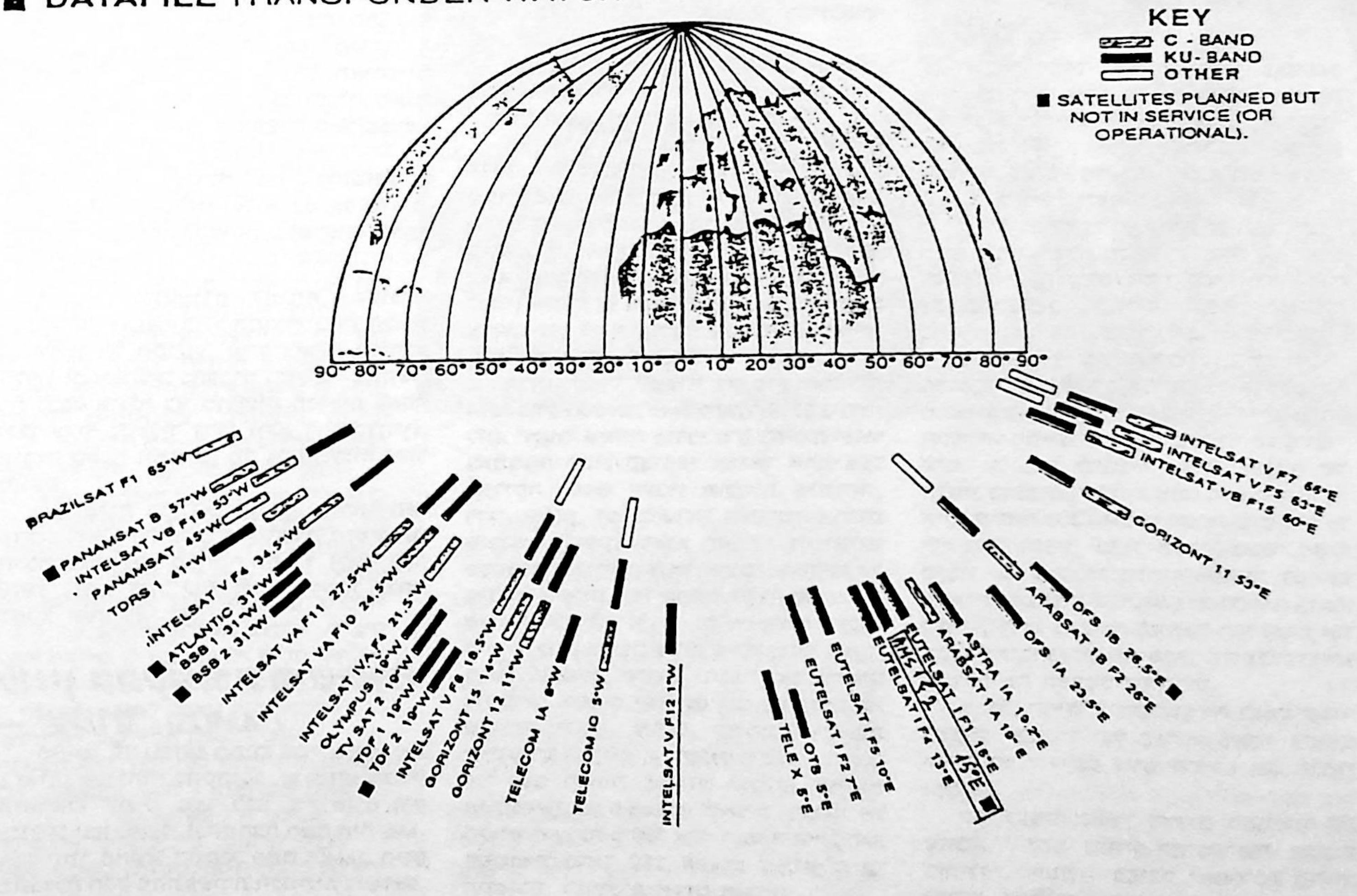
מבנה הלווין הוא מודולרי: במרכז המבנה מורכב גליל הנושא בתוכו שני מיכלי דלק. כל תת-מערכות הלווין מופעלות על ידי אנרגיה חשמלית המיוצרת בעזרת משטחי שמש נפרשים. על מנת להבטיח פעולה תקינה של הלווין במצב שבו קליטת שמש היא חלקית או אינה קיימת כלל (מצב בו השמש מוסתרת על ידי כדור הארץ) מכיל הלווין מצבר ניקל-מימון. כל מערכות הלווין קשורות למחשב פיקוד וטלמטריה (DATA HANDING COMPUTER - DHC), דרכו מעבירה התחנה הקרקעית את הפקודות להפעלת תת-המערכות ודרכו היא מקבלת את הטלמטריה שלהן.

מחשב הפיקוד והטלמטריה (DHC) קשור למקלט ולמשדר של מערכת פיקוד עקיפה וטלמטריה, דרכם זורם המידע אל הלווין וממנו.

כדי לעמוד באורך החיים המתוכנן (10 שנים), יותקנו בלווין תת-מערכות פעילות ביתירות מלאה - במידה והמערכת מהווה נקודת כשל סינגולארית הגורמת לשיתוק




## ■ DATAFILE TRANSPONDER WATCH



הלווין, וביתירות חלקית – במקרה וכשל מביא לירידה בביצועים.

ללווין יהיו שתי אלומות השפעה: (FOOT-PRINT) אחת מכוונת אל ישראל ואחת מעל אירופה, שהיא ניידת. שני לוויני 'עמוס' משמשים גם לגיבוי וגם עבור שירותים הניתנים לביטול.

## צרכי תקשורת לווינית עכשוית של ישראל

בישראל נחוצים כיום:

- תקשורת פנים ארצית.
- הפצת ערוץ 2 ו־3.
- שידורי טלויזיה ניידים.
- הפצת מידע חד־כיווני.
- ועידות וידיאו (VIDEOCONFERENCE).
- פתרונות זמניים לבעיות תקשורת ברשת טלפון וכו'.

## סיכום

מאז פרוץ המלחמה במפרץ הפרסי (17.1.91) שיעור השיחות לחו"ל עלה ב־500% ושיעור השיחות הנכנסות מחו"ל עלה ב־2,500%. כדי לספק את הדרישות היה צורך להגדיל את מספר האפיקים הבינלאומיים ב־50%. חנוכת הכבל התת־ימי 'אימוס' (מוקדם מהמתוכנן) איפשר לספק חלק גדול מהדרישות. התקשורת הלווינית המוגברת מאפשרת שידורי טלוויזיה בזמן אמת של אירועי המלחמה.

לדרישה לשגר את הלווין הישראלי היתה בתחילה התנגדות מטעם ארצות ערב. לכן, ישראל שכרה ב־1986 3 משיבים מהארגון הבינ"ל INTELSAT, עבור תקשורת לווינית, בתחום התדרים KU-BAND. התקשורת עברה דרך לווין VF2-INELSAT במיקום $1^{0}$W ולאחר שזה יצא משימוש תעבור התקשורת ללווין 'עמוס'.

לשתי טכנולוגיות התקשורת יש עתיד, גם למרחקים גדולים וגם לקצרים – במלחמה ובשלום.

יש לקוות שהעתיד שייך לשלום ונוכל לצפות להתפתחויות מרחיקות לכת בתקשורת באיזורנו.■

# המשרד הממוחשב

## מיתוג מבוזר או מיתוג מרוכז

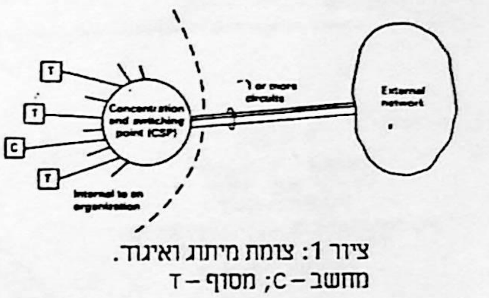
חוכ׳ה חשובה במכלול התקשורת מהווה המשרד הממוחשב של ארגון מסויים שמשתמשיו נמצאים באיזור גיאוגרפי מוגבל, גם מבחינת הקשר בינם לבין עצמם וגם מבחינת קשר חיצוני או למאגרי מידע משותפים.

אחד הפתרונות הוא מיתוג מבוזר במנות או רשתות תקשורת מקומיות – רת״מ (LAN - Local Area Networks).

את הרת״מ מפתחים בעיקר בצפון ארה״ב, ומשלבים אותו גם עם מרכזיות אוטומטיות פרטיות (מא״פ) (ראה ״מחשבים״ מס׳ 83).

## תאור המערכת

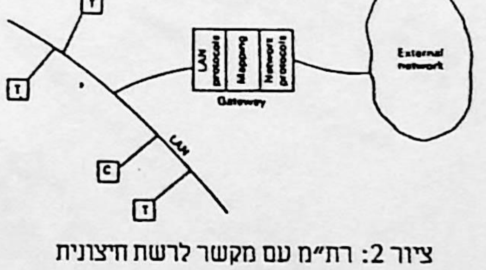
ניתן לחסוך בהוצאות תקשורת של ארגון מסויים על־ידי שימוש משותף של משאבים. המיתוג הוא אבן הפינה ברשת תקשורת.




ציור 1: צומת מיתוג ואיגוד.
מחשב – C; מסוף – T

צומת המיתוג והאיגוד (ציור 1), מאפשר ליחידים להתחבר לקו חיצוני אחד (או יותר), וגם למתג את הקשר בין המשתמשים הנמצאים בתוך הארגון (מחשבים או מסופים). לצורך זה ה־CSP (Concentration and Switching Point) יכול להיות רת״מ, או מרכזת פרטית אוטומטית (בעיקר עבור טלפון) העובדת בשיטת מיתוג־מעגלים, או שילוב של השניים.

הרת״מ מצוייד בדרך־כלל ב״מגשר״ (gateway) לקישור אל הרשת החיצונית – (ציור מס׳ 2).




ציור 2: רת״מ עם מקשר לרשת חיצונית

בתוך המגשר נעשית המרה בין הסטנדרטים והמתכונות (formats) של שתי הרשתות (המקומית והחיצונית) בזמן העברת הנתונים.

יש לציין שרת״מים כמו: Ethernet, או Cambridge Ring משתמשים במיתוג של אחסן־ושלח מסויים, ובתווך המשותף (כמו כבל קואקסיאלי) להעברת הנתונים.

## השוואה בין רת״מ ובין מא״פ

קיימים מא״פים למיתוג דיבור או נתונים, הידועים בשם CBX - computer Branch Exchange שאינם נחשבים כרת״מים, כיוון שהם כוכביות, וקיימת בכך סכנת נפילת המערכת בנקודה אחת; כמו־כן אין למא״פים מימשקים ופרוטוקולים אחידים.גם רשתות מיתוג־מנות מבוססות מחשב להעברת נתונים אינן נחשבות כרת״מים, כיוון שהן מיועדות למרחקים גדולים ולמספר גדול של ארגונים.

אמצעי תקשורת אחרים, כגון דואר־אלקטרוני, מבוססים על מחשב־שולחן המחובר למתג אלקטרוני או מא״פ ואחר־כך למחשב גדול. אלה אינם רת״מ, כיוון שהאינטיליגנציה של המיתוג נמצאת או במא״פ או במחשב הגדול, ואינה מבוזרת ברשת.

רוחב־הפס במא״פ מוגבל בדרך כלל ואי אפשר לחבר ציוד שאינו אחיד, אלא אם מוסיפים ממירי פרוטוקולים.

עד כאן הגדרנו מה איננו רת״מ.

הגדרת רת״מ: ״רשת שאליה מתחבר מגוון רב של משתמשים השייכים לארגון אחד, בתוך מרחב מוגבל למספר ק״מ, שיש בו רוחב־פס גדול (מעל מגה־הרץ אחד), העובד במיתוג־מנות, מימשקים ופרוטוקולים סטנדרטיים, וכולל אינטילגנציה מבוזרת המסוגלת לחבר אליה ציודים שונים ושאין בה נקודה אחת ויחידה העלולה לגרום להתמוטטות המערכת כולה.״

ניתן להבחין בין רת״מים לפי מספר מאפיינים: טופולוגיה; גישה; תווך; ורוחב־פס.

לאחרונה נבנו רת״מים שמרחבם גדול יותר והם מגיעים למרחק של עשרות ק״מ. כינויים הוא רת״א – רשתות תקשורת אזוריות (MAN – Metropolitan Area Networks), והם מיועדים לשילוב בין דיבור ונתונים, ומשתמשים בטכניקות של טלויזיה בכבלים (CATV) בפס־רחב.

בפס־רחב, לעומת פס־בסיס, הביטים המועברים דרך הרשת יכולים להיות מיוצגים על ידי שינויים בתדר, אמפליטודה או פזה של האות, בו בזמן שבשיטת פס־הבסיס, עבור כל ביט משתנה רמת המתח של האות. רת״א כאלה יכולים לכלול רשתות בצורת טבעות (nested rings) עם גשרים המחברים רשתות טבעת במהירות נמוכה (12,5 מ״ב/ש) לרשת טבעת במהירות גבוהה, המשמשת כחוט שדרה ופועלת, במהירויות של 50 או אפילו 100 מ״ב/ש.

## מאפייני רת״מ מול מא״פ

רת״מ מתאים בעיקר להעברת נתונים 'bursty' ובמהירות גבוהה; הוא גורם להשהיה מסויימת בין זמן הדרישה לזמן הגישה לשידור נתונים.המא״פ מאפשר קבלת ערוץ דיבור (64 א״ב/ש לדוגמה) במיתוג מעגלים, הנשאר לרשות המשתמשים כל זמן השיחה.

בצורה כזאת, מא״פ בעל קיבול מקסימלי של 1000 שיחות דו־כיווניות בו־זמנית (בעלות 64 א״ב/ש) צריך רוחב־פס של 128 מ״ב/ש, לעומת רת״מ שצריך רוחב־פס של בין 1 ל־10 מ״ב/ש.

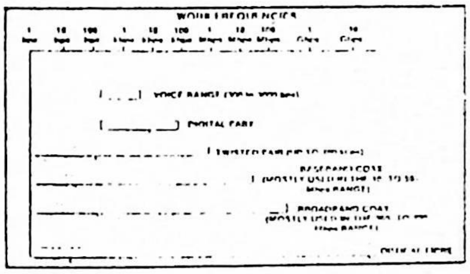
במא״פ עבור כל שיחה יש צורך בערוץ של 64 א״ב/ש או כפול מזה, בהתאם למספר השיחות הבו־זמניות, ולעומת זאת, ברת״מ, ברוב המקרים יש צורך בכל רוחב־הפס עבור התקשרות אחת.

לכל אחת מהשיטות יש יתרונות וחסרונות.החיסרון העיקרי ברת״מ הוא העובדה שעבור מהירויות גבוהות תווך כמו זוג־שזור אינו מתאים, ודרושים כבלים קואקסיאליים או סיבים אופטיים.

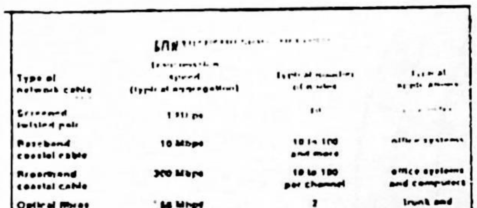
עבור המא״פ, ריכוז המיתוג בקו (hub) הכוכב, מהווה סכנת נפילה לכל הרשת המקומית כשיש נפילה במרכזית. ברת״מ אפשר להשתמש להעברת דיבור, אבל שימוש זה אינו כדאי מכיוון שאין לו יכולת מיתוג כמו במא״פ; מיתוג־מנות המאפיין רת״מ גורם להשהייה בהעברת דיבור, וכתוצאה מכך נשמע הד; שיטות לביטול ההד, כמו דחיסת דיבור או שתיקה, מייקרות מאוד את המערכת.

המסקנה היא שעבור דיבור והעברת נתונים במהירויות הנמוכות מ־64 א״ב/ש, המא״פ הספרתי עדיף; עבור העברת נתונים במהירויות גבוהות ומספר רב של משתמשים מבוזרים באיזור גיאוגרפי מצומצם, הרת״מים עדיפים, בגלל הגישה לרוחב־פס גדול ומיתוג־מנות.

הטבלה בציור מס׳ 3 מראה את הקשר בין תחום התדרים והתווך המומלץ, ובציור מס׳ 4, הטבלה מראה את הקשר בין סוג תחנות העבודה, מספרן, סצב העברת המידע וסוג התווך המומלץ.



ציור 3: הקשר בין תחום התדרים והתווך המומלץ



| Type of network cable | [illegible] speed ([illegible]) | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|
| Screened twisted pair | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| Baseband coaxial cable | 10 Mbps | 10 to 100 and more | office systems |
| Broadband coaxial cable | 300 Mbps | 10 to 100 per channel | office systems and computers |
| Optical fibres | [illegible] Mbps | 2 | trunk and [illegible] link |

ציור 4: הקשר בין סוג תחנות העבודה, מספרן, קצב העברת המידע וסוג התווך המומלץ

## שילוב רת״מ ומא״פ

ההתפתחות הטכנולוגית הבאה לשילוב בין רת״מ ומא״פ ויותר מזה, לביצוע שינויים במא״פים קיימים הן בתוכנה והן בחומרה, כמו הוספת ציוד לתמסורת במנות (PTE - Packet Transport Equipment) וכן מימשקים, קו־צבירה, בקר, וכו׳ ובזה להבטיח פתרון חסכוני ויעיל.

לתשומת לב רבה זכו השילובים של מא״פ ורת״מ בשתי שיטות:

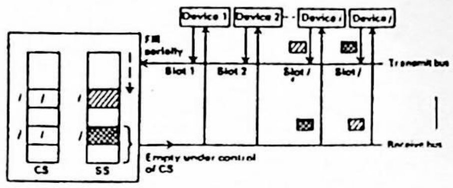
1) קו־צבירה (bus)
2) טבעת אקסימון

### רת״מ בקו צבירה

הרת״מים בקו־צבירה, עובדים בריבוב בחלוקת־זמן (TDM - Time Division Multiplexing) ומאפשרים העברת

דיבור ספרתי בשיטת אפנון־דופק מקודד (PCM - Pulse Code Modulation) אל מא־פספרתי ועבור העברת נתונים באמצעות 'מגשר' אל רשת מיתוג־מנות מבוסס פרוטוקול X.25.

החלק מקו־הצבירה המיועד להעברת דיבור במיתוג־מעגלים מתבצע בחלוקת זמן, כפי שמתואר בציור מס' 5.




ציור 5: מיתוג חלוקת זמן עם תלונות ייעודיים

כל משתמש מקבל 'חלון' (slot) או מספר חלונות במסגרת שבה הוא משדר או קולט את התשדורות, זאת אומרת שכדי ליצור קשר עם תחנת עבודה אחרת, המידע צריך להיות מועבר אל 'חלון' אחר.

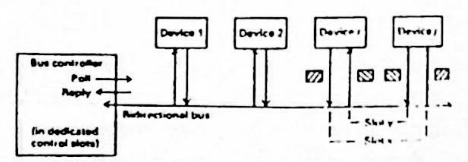
הדבר אפשרי בעזרת מתג־זמן, שמאחסן כל חלון ממסגרת שידור (transmit frame) השייכת לקו־צבירה אחד לשידור (transmit -bus) וחוזר על השידור מחדש, ברצף שונה, במסגרת קליטה שבקו־צבירה אחר מיוחד לקליטה (receive-bus) בפרק זמן קצר יותר ממסגרת אחת.

לדוגמה בחלון 'i' המידע נכנס באחסון־דיבור (Speech Store - SS) שבמתג זמן.

בפיקוח של בקרת אחסון (Control Store - CS), כשמגיע חלון 'j', המידע משודר אל קו־הצבירה לקליטה.

כיוון שבמיתוג מעגלי יש צורך בפעולה דו־כיוונית (full-duplex), אותו הסידור מתאים גם להעברת המידע מ־'j' אל 'i' ועבור כל התקשרות יש צורך בשני חלונות לשידור ושני חלונות לקליטה, סה"כ ארבעה חלונות.בשיטה הנ"ל החלונות ייעודיים (dedicated).

קיימת אפשרות אחרת, והיא שימוש בחלונות בצורה דינמית. בשיטה הזאת, מתג הזמן נותן חלון אחד, לדוגמה 'x', עבור העברת מידע מ־'i' אל 'j' וחלון אחר, 'y', מ־'j' אל 'i', וכך משתמש רק בשני חלונות על קו־צבירה אחד.




ציור 6: מיתוג חלוקת זמן עם חלונות דינמיים

בשיטה הזאת משתמשים כשצריך גם מיתוג מעגלי וגם מיתוג אחסון־ושלח. (SAF - Store and forward).אם, לדוגמה, יש צורך ב־640 חלונות, ניתן לחלק אותם כפי שמתואר בציור מס' 7.

| | |
|---|---|
| Slot 1 | Control (polling) |
| Slots 2 to 156 | Exclusively SAF, giving a minimum bandwidth of 157×64 000 = 10 Mbps |
| Slots 157 to 640 | Circuit-switching, giving up to 242 full-duplex 64 Kbps connections. |

ציור 7: דוגמה לחלוקת הדת"מ

## טבעת־אסימון

שיטה זו, שהוכרזה על ידי יבמ עבור רת"מ, מאפשרת העברת נתונים במהירויות של עד 4 מ"ב/ש.

בין המחשבים הנתמכים ברשת כזאת נמנים: המחשב האישי של יבמ, מחשבים אישיים נישאים, מחשב אישי מורחב PC/AT. ניתן לחבר לרשת עד 260 תחנות עבודה לרשת המבוססת על כבלים מסוככים, ועד 72 תחנות לרשת מבוססת על כבלים עם זוגות־שזורים (דומים לחוטי טלפון).

שיטת טבעת אסימון מתבססת על שימוש בקו תקשורת בצורה מסודרת; כל תחנה יכולה לשלוח מסגרת אחת לפי התור. לאחר ששלחה את המסגרת, התחנה צריכה להמתין עד שכל יתר התחנות קיבלו את תורן, לפני שהיא משדרת את המסגרת השנייה.

לתחנה יש זכות שידור רק כשנמצא אצלה ה'אסימון' שהוא בעצם 'מסגרת' מיוחדת, או רק 'דגל' במסגרת רגילה של נתונים.

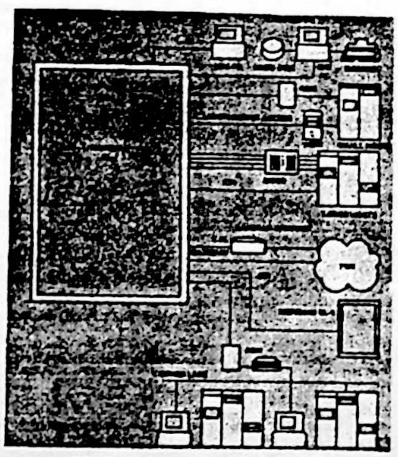
האסימון עובר בצורה מסודרת בין תחנות העבודה, כך שנוצרת 'טבעת'. האסימון מאפשר שידור רק לתחנה שיש בה נתונים מוכנים לשלוח. התחנה הזאת מכניסה מסגרת נתונים במקום האסימון, וזה עובר מתחנה לתחנה סביב הטבעת.

כל תחנה מאחסנת לזמן קצר את מסגרת הנתונים, בודקת את הכתובת ושולחת הלאה. התחנה המיועדת מעתיקה את הנתונים, כדי לדווח למשתמש. המסגרת המקורית מוחזרת לתחנה שיזמה את השידור; זו אינה יכולה לשלוח מיד מסגרת אחרת, כיוון שהיא צריכה להחליף את המסגרת הקודמת באסימון, והתהליך מתחיל מחדש.

שיטה זו מבטיחה זמני המתנה ידועים מראש, אבל מגבילה את מספר התחנות המחוברות לרשת, כיוון שזמן ההמתנה יכול לגדול יותר מידי.

# דוגמאות של שילוב של רת"מ ומא"פ בשתי השיטות: קו־צבירה וטבעת

בשיטת קו־צבירה בולטת מערכת Meridian SL-1 של חב' Northern Telecom (ציור מס' 8) ובה עורק ומימשק אחד או יותר, מחברים את הרשת במיתוג־מעגלים (כמו רשת טלפון רגילה) לתמסורת במנות PTE - Packet Transmission Equipment.



ציור 8: שימוש ברת"מ קו־צבירה

ערוצי הדיבור מחברים את קווי הדיבור אל העברת הדיבור שבתוך תמסורת מנות (PTE) ומתאפשרת הגישה המשולבת דיבור/נתונים/טקסט למסופים החכמים הקשורים ל־PTE, בו בזמן שערוצי הנתונים מחברים את היישומים של PTE אל המסופים והמחשבים שבמיתוג מעגלי.

לצורך זה למא"פ המסורתי יש אפשרות לחלוקת רוחב־הפס בצורה דינמית, דבר הדורש קו־צבירה (data bus) משולב מנות/מעגלים, בעל רוחב־פס של 40 מ"ב/ש.רוחב־פס זה מאפשר גישה לפי דרישה לכל האמצעים: דיבור, נתונים, טקסטים וגרפיקה, בצורה משולבת.

בקר התמסורת, מנהל גישה אסינכרונית לקו הצבירה ומבטיח את שלמות הנתונים.נתונים אסינכרוניים הם בדרך־כלל במיתוג מנות כך שרוחב־פס של קו הצבירה דרוש רק כשהנתונים מוכנים לשידור.

נתונים סינכרוניים הם בדרך־כלל במיתוג מעגלים (פקסימיליה למשל היא נתונים שלא במנות).החלק של מיתוג המעגלים שברוחב־פס, משמש כשמכניסים את הנתונים בתוך מחזור (cycle) מסויים של קו־הצבירה.העיקרון דומה לשימוש במרחב־זמן (time-slot) מסויים במתג מבוסס חלוקת זמן (TDM - Time Division Multiplexing).הזמן מחולק למסגרות של 125S, וכל מסגרת מחולקת ל־ 640 מחזורים של קו־הצבירה.בצורה כזאת, כל הנתונים, אם במיתוג מנות או במעגלים, נשלחים בקצב של בייט אחד במחזור אחד של קו־הצבירה (one byte/bus cycle).

לנתונים סינכרוניים במיתוג מעגלים מצורף מחזור מיוחד של קו־הצבירה עבור מחולל האות, מחזור שחוזר על עצמו עבור כל מסגרת.

במקרה של מחולל אותות סינכרוניים אין נתונים מוכנים עבור כל מחזור של קו־צבירה, אלא המחזורים מתפנים לפי דרישה של מחוללי מנות אחרים בעזרת משאל (polling).המחזורים של קו־הצבירה סינכרוניים, יכולים להיות בשימוש עבור מנות או מעגלים, בהתאם לשיטת הפיקוח של התוכנה.

בחלק האסינכרוני של קו־הצבירה ניתן להשתמש בעזרת פרוטוקול משאל (polling protocol) בבקר התמסורת.

השימוש במשאל מבטיח שימוש יעיל יותר של רוחב־הפס, בעיקר בעת עומס בהעברת נתונים.

שילוב של רת"מ/מא"פ, מאפשר שימוש בזוגות־שזורים (twisted-pairs) רגילים של רשת הטלפון, להעברת דיבור ונתונים עד ל־64 א"ב/ש.

עבור מהירויות גבוהות יותר, הציוד לתמסורת במנות (PTE) מאפשר 2,56 מ"ב/ש בכל כיוון, זאת אומרת 5,12 מ"ב/ש רוחב־פס כולל, בו בזמן שקו־הצבירה מאפשר רוחב־פס של רת"מ של 40 מ"ב/ש.רוחב־פס כזה מאפשר למספר רב של רת"מים להתחבר לקו־צבירה אחד.

כדי להבטיח גמישות לקשרי קצה־אל־קצה במשרד הממוחשב, המערכת שנלקחת כדוגמה במאמר – Meridian – משתמשת בארכיטקטורה מבוססת יחידות עיבוד עצמאיות, עבור תוכנה וחומרה, עם חיבור מודולרי. כל יחידה מתחברת לקו־צבירה של 40 מ"ב/ש ומסוגלת לבצע בנפרד את פעולות המערכת, כך שנוסף למיתוג הולכת וגדלה גם יכולת העיבוד, ביחד עם הגדלת הגמישות, כיוון שאפשר לצרף לפי הצורך, כל פעם, יחידה מודולרית נוספת.

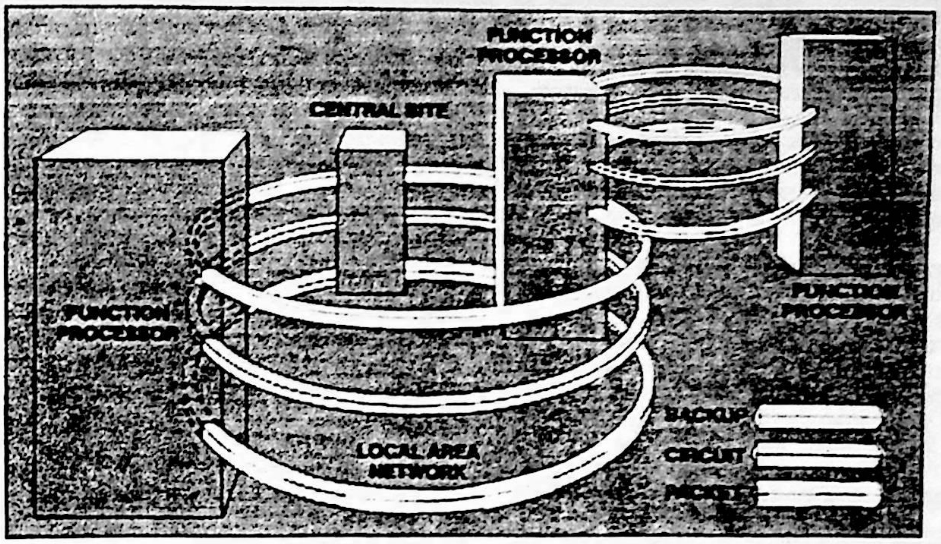
בשיטת רת"מ בטבעת־אסימון, אפשר להביא כדוגמה הפתרון של חב' Ziel האמריקאית, הידוע בשם PNX (Private Network Exchange).

הטכנולוגיה של העברת אסימון דרך רשת טבעתית מאפשרת העברת נתונים בין צמתים שונים או דרך חוט־השדרה (back-bone) של הרשת (מתבסס על תקן IEEE מס' 802.5) (ר' ציור מס' 9).

כפי שמתואר בציור, בקמפוס בעל שלושה מבנים לדוגמה, כל רת"מ יכול להגיע לכ־10 ק"מ כבל קואקסיאלי.

התוכנה של השילוב מבוססת על מודל יחוס שיכבתי עבור מערכות מבוזרות של ISO-OSI.בזה, מיתוג הדיבור בזמן אמת ניתן לבצע בעזרת ה־מא"פ שברת"מ.

בשיטת טבעת־אסימון (להבדיל מקו־צבירה) ניתן לערוך מראש השהיה הגדולה ביותר, וכך לערוך




ציור 9: העברת נתונים ברשת טבעת־אסימון

נכון את הביצועים בכל מצבי העומס.

החלק של רת״מ מאפשר התחברות ציוד לפי רת״מ בטבעת־אסימון ושהפרוטוקול נמצא ברכיב (chip) סטנדרטי. גורם זה, ביחד עם העובדה שיבמ אימצה שיטה זו, מרחיב מאוד את סיכויי השיטה.

יתרון נוסף הוא העובדה שאין צורך במגשרים, דבר שמוזיל את הציוד מחד גיסא, ומאידך גיסא מאפשר שקיפות (transparency) לחיבור בין תחנות בתוך רשת אחת, לבין התחנות שברשת אחרת.

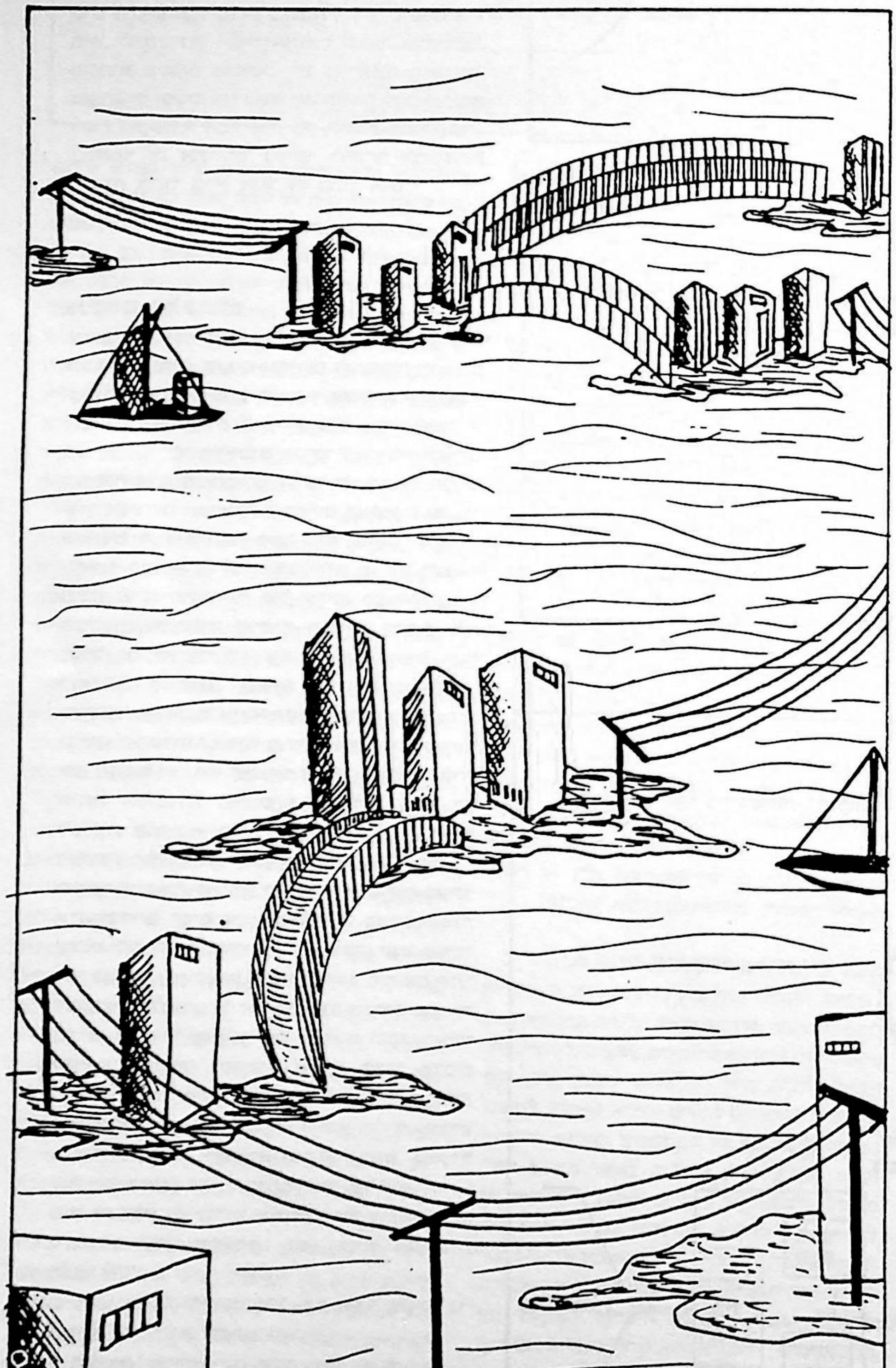
המעבדים התפקודיים (Function Processor) שבציור משמשים כצמתים עבור רת״מ אחד או מספר רת״מ״ים, וניתן להתחיל עם טבעת אחת ולהוסיף במידת הצורך טבעות נוספות.

במקרה של תקלה בטבעת אחת, תעבורת הנתונים מתבצעת דרך טבעת אחרת. בנוסף, כדי להגדיל את אמינותה של הרשת, הצמתים יכולים לקבל תפקיד של מא״פ בכוחות עצמם עבור דיבור ונתונים, כשכל הטבעות לא פועלות.

שילוב בין רת״מ ומא״פ הוא אחת מהדרכים ליעל את המשרד הממוחשב, גם עבור הצרכים העכשוויים וגם עבור הצרכים העתידיים, ובזה לשפר את התפקוד של הארגון.

■

# מקומן של רשתות תקשורת מקומיות



רשת מוגדרת בדרך־כלל כצירוף של מרכיבים הקשורים ביניהם. הקשר עצמו מתבצע באמצעות תת־רשת התמסורת המאפשרת למרכיבים להחליף מידע בינם לבין עצמם.

בשנים האחרונות הוקדשה תשומת־לב רבה לרשתות תקשורת ארוכות טווח – רת״א (WIDE AREA NETWORK – WAN) שבהן ציוד נושא מקובל משמש לקישור בין תחנות הנמצאות במרחק אחת מהשניה (לדוגמא: טלפון, מחשבים). אולם לאחרונה יש גם תשומת לב לרת״מ – רשתות תקשורת מקומיות (LOCAL AREA NETWORK – LAN).

רת״מ הינן בדרך־כלל באתר גיאוגרפי מצומצם – חדר, בניין או אגד־בניינים. התקשורת ברשת היא בדרך־כלל פרטית ולא ציבורית והיא מחברת מרכיבים אקטיביים (מחשבים, מעבדי תמלילים) ופסיביים (מסופים טיפשים, מאגרי נתונים וכד׳).

רת״מ בד״כ נמצאת בבעלותו של ארגון יחיד והיא מהווה את חוט השידרה של מערכת מבחרת בארגון.

שילוב של שירותי תקשורת (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS – ISDN) מושג על־ידי שיתוף פעולה בין רשתות ארוכות־טווח המציעות שירותי תקשורת לשימושים מגוונים: עיבוד תמלילים, עיבוד נתונים, תקשורת, ניהול מידע, קול, חזי, גרפיקה ממוחשבת. רת״מ ממלאה תפקיד מרכזי בדרך לשילוב שירותי תקשורת.

לרת״מ ולרשתות תקשורת ארוכות־טווח יש תכונות משותפות וגם תכונות מבדילות.

תכונות משותפות:

– קשר פיזי בין מרכיבי הרשת על־ידי ערוצי תקשורת ותמיכה ביכולת לוגית להעברת מידע בין כל מרכיב לכל מרכיב אחר ברשת.

תכונות מבדילות:

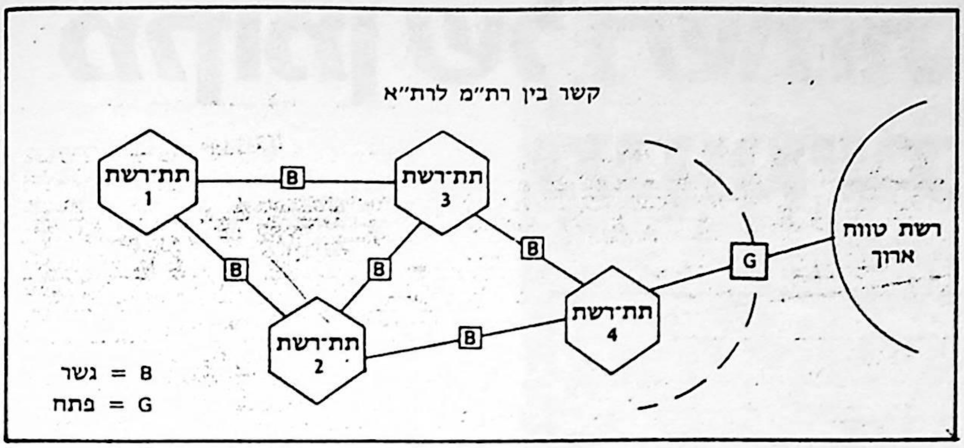
– רת״מ משתמשת בערוצים רחבי־פס (בד״כ בתחום של מיליוני בתים לשניה) ואילו רת״א משתמשת בערוצים צרי־פס (בתחום האלפי־בתים בדרך־כלל).

– ברת״מ משך זמן העברת התשדורות קצר יותר, בגלל השימוש בערוצים רחבי־פס.

– ברת״מ שיעור השגיאות נמוך מאוד לא רק בהשוואה לרת״א, אלא גם באופן מוחלט.

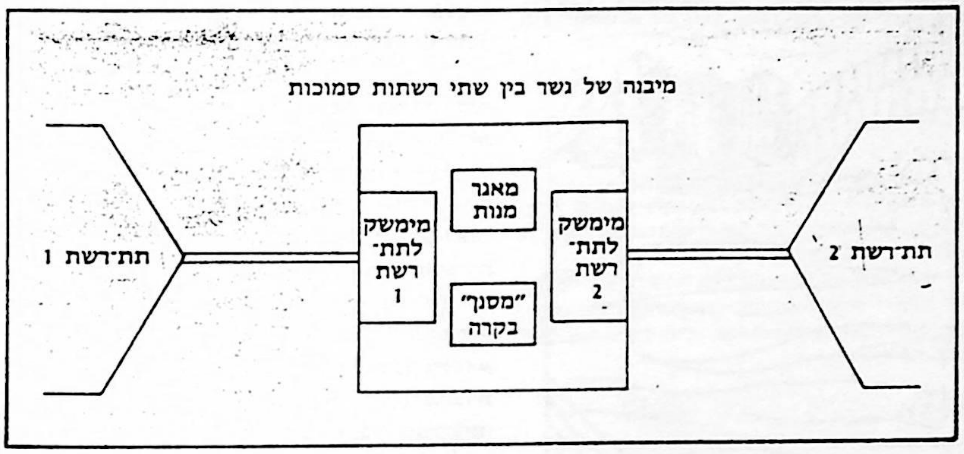
– רת״מ יכולות בקלות רבה יותר להשתמש בטכנולוגיות חדישות, בעיקר מפני שאינן כפופות

למיגבלות תחוקתיות שונות הקיימות למשל לגבי רת"א.
– השליטה והבקרה ברת"מ בד"כ קלות יותר מפני שהן מופעלות במסגרת ארגון יחיד.
הצורך ברת"מ התעורר בעיקר עקב הגידול הרב במיחשוב והצורך בתקשורת בין צמתי מיחשוב. רשתות תקשורת ציבוריות הופכות יישומים רבים לאפשריים. לדוגמא: גישה למאגרי מידע (שירותי בנק ביתיים, עיתונים אלקטרוניים); הזמנת כרטיסים (לטיסות, רכבות, מלונות וכד'); שימוש אחר הינו לתקשורת – וידיאוטקס, דואר אלקטרוני, העברת כספים וכדומה. גם פעילויות חינוכיות, משחקים ופעילויות בידוריות אפשריות באמצעות רשת תקשורת המקשרת בין תחנות ממוחשבות. במאמר זה אתייחס בעיקר לרת"מ המקשרות תחנות בתוך בניין אחד או בתוך אתר.

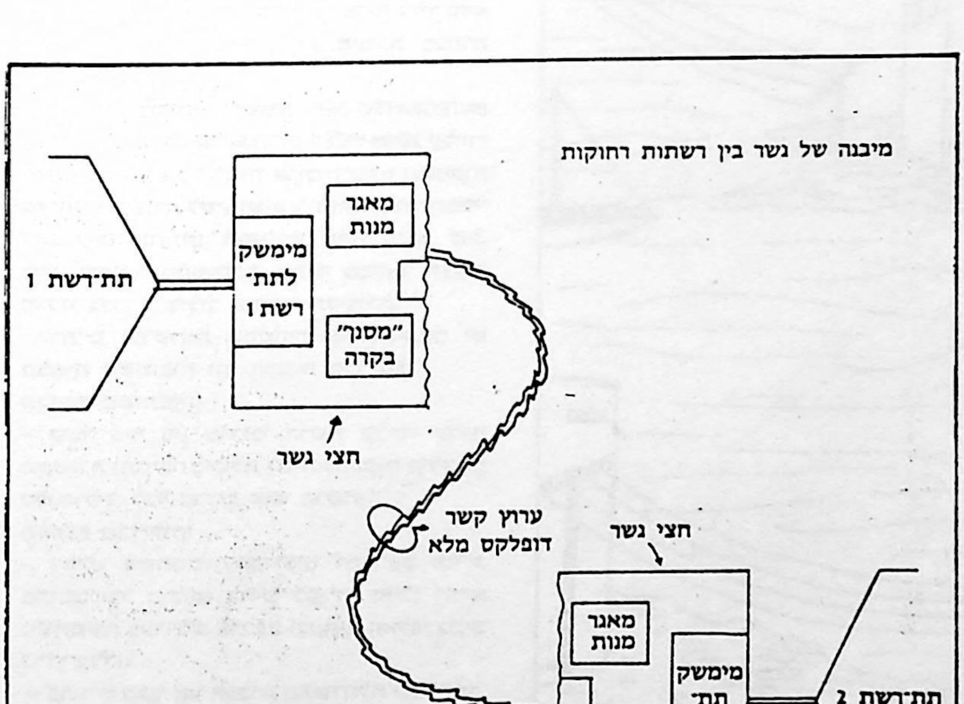



## תקנים של רת"מ

אחת הבעיות הקשורות בפיתוח רשתות הינו הצורך בהנהגת תקנים אחידים למערכות מיחשוב שונות. קיים גם צורך לשיתוף פעולה בין שלושה הסוגים העיקריים של רשתות ממוחשבות – רשתות מחקר הקיימות בעיקר באוניברסיטאות, רשתות פרטיות המיוצרות על ידי חברות המיחשוב ושירותי תקשורת ציבוריים המוצעים על גבי נושאים רגילים (כגון רשת הטלפונים.)




שיתוף פעולה זה הביא לפעילות תקינה בינלאומית. אחת התוצאות של תקינה כזו היא מודל השכבות המשמש לניתוח תפקודי הרשת. לפי מודל זה הקשר בין שני צמתים ברשת יכול להתחלק לשכבות הבנויות אחת על גבי השניה. בשכבה התחתונה נמצא הקשר הפיזי בין הצמתים ובשכבה העליונה ביותר מתבצע הקשר התוכני בין שני אנשים או שתי תוכניות מחשב. תוצאה אחרת היתה היווצרות תקנים המאפשרים קשר בין רשתות שונות – צורך שהתעורר לאור התרבות רשתות התקשורת והצורך בתקשורת ביניהן.
בעיות התקינה קיימות גם בקשר לרשתות מקומיות. יצרנים רבים נקטו בנושא זה באסטרטגיות שבאו לשרת את צרכי השיווק שלהן יותר מאשר את הבעיות הטכניות. בשנות ה־60 היה נוח יותר למשתמש לרכוש גם את המחשב המרכזי וגם את הציוד ההיקפי מאותו יצרן. בשנות ה־80, כאשר המשתמש זקוק למערכת שבאה לשרת צרכים מוגדרים מסויימים, פעמים רבות הוא יכול להגיע לאופטימום תיפעולי וכלכלי דווקא על־ידי שימוש ביחידות שונות מתוצרת יצרנים שונים. במקרה כזה יש כמובן צורך בסטנדרטים כלליים.
נכון לעכשיו יש שלוש שיטות גישה לרשתות: א. גישה מרובה (חופשית) עם בקרת התנגשות (CSMA/CD)
ב. העברת אסימון TOKEN (רק אחד משדר בר זמנית) על רשת טבעת (RING).
ג. העברת אסימון על רשת־ערוץ (BUS).
ישנו מיגוון גדול של מוצרים בשוק הרת"מ, בעיקר עבור סביבת המשרד. ספקים עיקריים בשטח זה הינם למשל זירוקס, דיגיטל, אינטל, זילוג ועוד.



## מבנה כללי של רת"מ

ישנן הרבה הגדרות לרת"מ. בדו"ח על רשתות תקשורת מקומיות מ-1981 של "קבוצת יונקי", מוגדרת רת"מ כמערכת תקשורת המחברת משתמשים בתוך משרדים, בניינים או אתרים ותומכת בעיבודי תקשורת והעברת נתונים בין מיתקנים אלקטרוניים.

היתרונות הטמונים בחיבור של ציוד משרדי באמצעות רשת תקשורת מקומית הינם כדלקמן:

- יותר יעילות בשימוש של ציוד כזה.
- סוגים שונים של ציוד יכולים להשתמש במשאבים משותפים.
- הגמישות של רת"מ מאפשרת לבצע שינויים ביתר קלות.
- הרשת נותנת יציאה אל תקשורות חיצוניות. יציאה זו גם ממירה את הפרוטוקול.
- היתרון העיקרי של הרת"מ הינו היותה אמצעי תקשורת בין ציודי משרד שונים. המשתמש משוחרר מדאגה לתפקודי תקשורת שונים מאחר שאלו סופקו על ידי הרשת.

ברשת נהוג פרוטוקול תקשורת מגובש היטב ועל כל ציוד הקשור לרשת מוטלת האחריות להתקשר לרשת לפי פרוטוקול זה בלבד. ישנן רשתות שיש בהן מערכת כבלים, בדומה למערכת כבלי חשמל, עם שקעי התחברות בכל משרד וחדר. באופן כזה אפשר לחבר לרשת בקלות רבה, תוך דקות מספר, ציוד נוסף.

ישנם מרכיבים הנמצאים בכל רשת:

א. נושא הרשת (NETWORK MEDIUM) – בד"כ זוג גידים, כבל קואקסיאלי, סיבים אופטיים.

ב. מערכות מחוברות (ATTACHED SYSTEMS) – מחשבים מסופים, מעבדי תמלילים וכד'.

ג. מימשק הרשת NETWORK INTERFACE – המימשק הלוגי בין נושא הרשת לבין המערכת המחוברת.

ד. מחבר NETWORK TAP – החיבור הפיזי אל הרשת.

ה. פתח חיצוני NETWORK GATEWAY – מספק את הקשר בין הרת"מ לבין רשתות טווח ארוך.

ו. בקר הרשת NETWORK CONTROLER – מיתקן מרכזי שתפקידו לשלוט בפעולות של הרשת.

מרבית הרת"מ משתמשים עתה בכבלים זולים יחסית כנושאי התמסורת, אולם קיים מיגוון רב של נושאים: מנושאים אלחוטיים, כגון רדיו או לייזר, ועד כבלים כגון זוג גידים, כבל קואקסיאלי, פס רחב או כבל טלויזיה. המימשק בין המכשיר של המשתמש לבין נושא התמסורת משמש לתרגום הודעות, גילוי הפרעות ועוד. מימשק זה קרוי לפעמים צומת, תחנה או בקר.

יחידת המימשק הינה מרכיב מפתח ברשת והמגמה היא לשלב את המעגלים שלה בתוך שבב LSI בתוך תיבה נפרדת או כמרכיב בתוך הציוד המתחבר לרשת. המחבר מבצע את הקשר הפיזי אל נושא התמסורת. הפתח הינו מרכיב חשוב ביותר בכל רשת מקומית החייבת להתקשר עם רשתות מקומיות או טווח ארוך.

את מבנה הרשת אפשר לבחון משתי נקודות מבט:

א. רשת הינה צירוף של מכונות שעליהן פועלות תוכניות של המשתמשים. (זוהי למשל נקודת המבט של מתכנני ARPANET).




ב. רשת הינה מערכת תמסורת להעברת תשדורות בין מחשבים לבין עצמם, כשם שמערכת הטלפונים מעבירה מלים מהמדבר אל המאזין.

הפרדה בין ההיבטים היישומיים לבין ההיבטים הטכניים של העברת התשדורות מקילה מאד על תכנון הרשת. כמעט בכל הרשתות תת-רשת התמסורת כוללת שני מרכיבים עיקריים: רכיבי מיתוג וקווי-תמסורת. רכיבי המיתוג הינם למעשה מחשבים ייעודיים ונקראים בשמות שונים, כגון "מחשבי תקשורת", "צומת מיתוג מנה", "תחנות מיתוג נתונים", "מעבדי מימשק הודעות" ועוד. קוי התמסורת נקראים לפעמים גם 'אפיקים' או 'ערוצים'. באופן כללי ישנן שתי מתכונות-עיצוב עיקריות לתת-רשת התמסורת:

א. ערוצי נקודה לנקודה (נל"ן).

ב. ערוצים רחבי פס.

בחיבור נל"ן, הרשת כוללת מספר גדול של כבלים וקוי טלפון שכורים, כל כבל או קו כזה מקשר בין זוג של מעבדי מימשק. אם שני מעבדי מימשק שאין להם כבל משותף רוצים בכל-זאת להתקשר זה עם זה, הם חייבים לבצע זאת באופן בלתי ישיר באמצעות מעבדי מימשק אחרים. במקרה כזה ההודעה בשלמותה נקלטת במעבד הביניים ומאוחסנת שם עד שמתפנה הקו הדרוש להמשך ההעברה. רשת כזו נקראת רשת נל"ן או רשת "אחסן ושלח". (STORE AND FORWORD).

## קשר בין רת"מ לרשתות טווח ארוך.

תכונה חשובה הנדרשת מרת"מ היא האפשרות להוסיף לרשת מערכות וציוד חדשים תוך תאימות מקסימלית והפרעה מינימלית למערכות הקיימות. תכונה אחרת היא האפשרות לספק קשר עם מחשבים הקשורים לרת"מ ורת"א אחרות. למשל, במקום לחבר את כל המחשבים ישירות לרת"א, אפשר לחבר אותם לרת"מ, כאשר מחשב אחד משמש כיציאה אל הרת"א, כלומר הוא שייך הן לרת"מ והן לרת"א. מתכונת כזו מרחיבה את השימוש ברת"מ, מכיון שהיא הופכת אותה ממערכת מקומית בתוך בניין אחד למערכת הקשורה לרשתות רבות. למנגנון היציאה המקשר בין הרת"מ לבין הרת"א יש שתי נקודות עדינות שהמתכנן חייב לקחת אותן בחשבון:

א. תאימות פרוטוקולים.

ב. תאימות מהירויות.

פרוטוקול הוא קבוצת כללים שיש למלא אותם כדי ששתי מערכות או יותר יוכלו להתקשר אחת עם חברותיה. אם רת"מ תוכננה מראשיתה לשמש רק כאמצעי קישור של מחשבים אל רת"א, הפרוטוקול של הרת"מ יתוכנן אך ורק לספק את צרכי התקשורת עם הרת"א וייתכן שלא יוכל לתמוך בתיפקודים אחרים אשר רת"מ בד"כ יכולה להציע. מצד שני, אם רת"מ לא תוכננה מראשיתה לאפשר קשר עם רשתות אחרות, ייתכן שהיא לא תוכל לאפשר תקשורת כזו אם ירצו בה בשלב מאוחר יותר. (לדוגמא: מבנה הכתובת בתוך הרת"מ עלול לא להתאים למבנה של כתובות מחוץ לרת"מ).

בשני המקרים הפתרון היחיד שלאחר-מעשה יהיה ליישם ברת"מ פרוטוקול נוסף ברת"מ כך שפרוטוקולים שונים ישמשו לקשר בתוך הרת"מ ולקשר עם רשתות חיצוניות. ריבוי כזה של פרוטוקולים אינו רצוי, מכיון שהוא גורם לעלות גבוהה יותר בפיתוח התוכנה עבור כל מחשב המצטרף לרשת. כדי למנוע מצב כזה חשוב שכל התיפקודים שהרשת תידרש לבצע יוגדרו כבר בשלב הראשוני של תכנון הרשת והפרוטוקולים של הרשת יתמכו במיגוון המלא של תיפקודים אלו.

בעיה אחרת הינה תאום המהירויות בין הרת"מ והרת"א. יש להניח שברת"מ קצב העברת הנתונים יהיה גבוה בהרבה מזה שברת"א. אם מחשב שולח הרבה מנות מידע לתוך הרת"מ במטרה שאלו יגיעו לרת"א מסויימת, הן יכולות להגיע אל הפתח במהירות הרבה יותר גבוהה מאשר הפתח יכול לשלוח אותן החוצה אל הרת"א. בעיה כזו יכולה להיווצר בכל מקרה שבו שתי רשתות בעלות מהירויות שונות צריכות להתקשר אחת אל השניה.

הטלקום הבריטי (BRITISH TELECOM – BT) פיתח "גשר" (BRIDGE) עבור קשר בין רשתות מקומיות דומות ו"פתח" (GATEWAY) לקשר בין רת"מ לבין רת"א.

הגשרים והפתחים הינם אמצעי טוב ליצירת תנועת מידע בין רשתות פנים ארציות ובינלאומיות, גם אם הן מסוגים שונים או של יצרנים שונים. הפתחים משמשים לקישור בין רת"מ לבין רת"א. מצד אחד של כל פתח קיים הפרוטוקול הספציפי של הרת"מ ומצד שני הפרוטוקול של הרת"מ, שהוא בד"כ X.25.

בתוך סביבה של עיבוד נתונים מבחר הכוללת מרכיבים שונים (כגון עיבוד תמלילים, מיקרו־מחשבים, ציוד היקפי, טלקס, פקסימיליה ועוד), המדושתת יחד במערכת אחת ויונקת את כח החישוב שלה ממחשב מרכזי – בסביבה כזו אפשר להבחין ב־4 רמות:

רמה 1: אתר המחשב המרכזי.

רמה 2: מערכת תמסודת ציבורית.

רמה 3: מעבדים היקפיים, כגון מרכזות אוטומט־יות, בקרים, פתחי רשת ועוד.

רמה 4: מסופים, תחנות עבודה וציוד היקפי.

בין רמה 3 לבין רמה 4 אפשר להגדיר כרמה 3.5 את הרת״מ, שתפקידה לנהל את התקשורת באתר היקפי ולספק קשר שקוף למשתמש בין המכשיר שאיתו עובד המשתמש לבין המעבד ההיקפי.

## מרכזיות מיתוג אוטומטיות

בהקשר להבחנת ארבע הרמות שלעיל, מרכזיות המיתוג האוטומטיות – PRIVATE AUTOMATIC) (BRANCH EXCHANGE – PABX היינה המתחרה של הרת״מ.

ישנן שתי דרכים עיקריות שבהן יצרנים מפתחים ציוד משרדי אוטומטי: מצד אחד נמצאות החברות המפתחות מערכות תקשורת סיפרתיות – אלו הם יצרני הרת״מ. מצד שני נמצאים היצרנים שהתמחו בטכנולוגיות תקשורת ואלו עוסקות ב־PABX.

ישנם גם מספר יצרנים העוסקים בשני התחומים ומקשרים מרכזית מיתוג אוטומטיות עם רשתות תקשורת סיפרתיות. אחד הקשיים העומדים בפני מרכזות מיתוג אוטומטיות הינו ביצוע מיתוג במהירויות של רת״א, כלומר בתחום מיליוני הבתים לשניה. ישנן מרכזיות המבצעות מיתוג נתונים, אולם תחת מיגבלות שונות. באופן כללי, מרכזות הינן יותר מהדולריות וניתנות להרחבה ביתר קלות, קטנות יותר באופן פיזי, יותר קל לתכנת אותן וקל יותר להתאמן לתצורות שונות. באירופה מחשבי מיתוג חדשים -CBX – COMPU) (TER BRANCH EXCHANGE מסוגלים לא רק לבצע מיתוג מעגלים, אלא גם מיתוג אחסן־ושלח עבור רשתות ציבוריות המבוססות על מיתוג מנות.

מרכזיות PABX עתידיות תצטרכנה להתקשר עם רשתות מקומיות מסוגים שונים בעלות מהירויות העברה גבוהות.

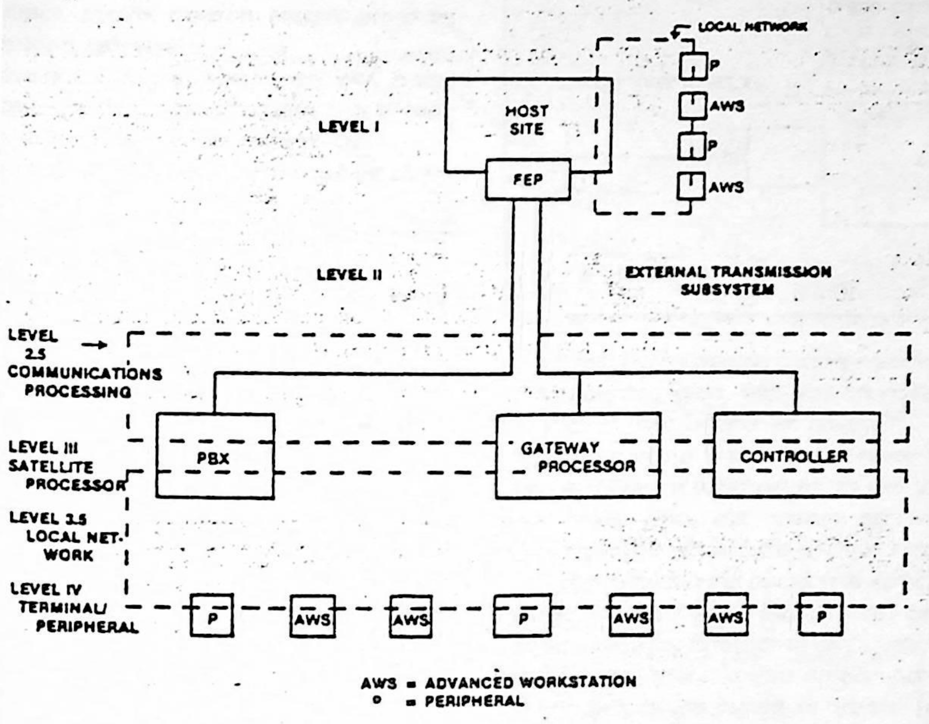
ניתן לשלב מרכזיות אוטומטיות ורשתות תקשו־רת מקומיות על מנת ליצור רשת משולבת. המפתח לשילוב כזה הינו הפתח שבין המרכזיה לבין הרת״מ.

לדוגמא: הודעה מאת מסוף נתונים המחובר למרכ־זיה תועבר אל הפתח ושם תתורגם ותארז בהתאם לפרוטוקול התקשורת של הרת״מ ותשלח אל הכתובת היעודה.

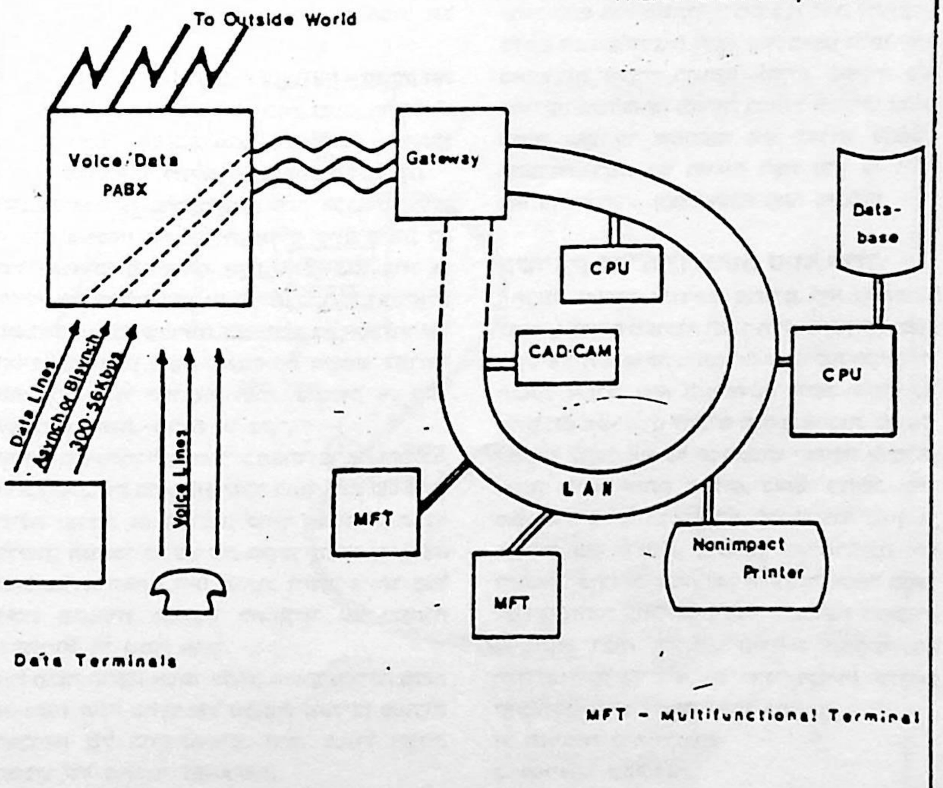
אם מכשירים המחוברים אל רת״מ רוצים להת־קשר עם העולם החיצוני, ההודעות שלהם עוברות תרגום בפתח וממותגות באמצעות המרכזיה.

המיזוג של מרכזיה ושל רת״מ מביא למוצר חדש (ISLAN – INTEGRATED SERVICES LOCAL AREA (NETWORK או רתמ״מ – רשת תקשורת מקומית משולבת. ◆◆

עיבוד ב־4 שכבות




מימשק של רת״מ ל־PABX



# סיווג רשתות תקשורת מקומיות

המשרד הממוחשב, הכולל מיגוון של מערכות, מסופים ותחנות עבודה, מחייב תיקשורת בין מערכות ומסופים אלו לבין עצמם. לעניין זה יש שני פתרונות עיקריים:

א. רשתות תקשורת נתונים.

ב. מרכזיות פרטיות אוטומטיות (PABX).

מאמר זה דן ברשתות תקשורת מקומיות – להלן רת"מ – ובפרט בעניין הסיווג של מערכות אלו. יש מספר הגדרות לרת"מ. לפי אחת מהן רת"מ הינה "מערכת תקשורת המקשרת בין משתמשים בתוך אותו משרד, בניין או אתר, והתומכת בסוגים מסויימים של תקשורות והעברת מידע בין משתמשים ו/או מתקני מיחשוב".

לפי זה רת"מ מאופיינת ע"י:

- טווח – עשרות מטרים עד עשרות ק"מ.
- קצב – עד עשרות מ"ב לשניה.
- שיוך – המשתמשים שייכים לאותו ארגון.

יתרונות הרת"מ הם בעיקר כדלקמן.

- אפשרות מיתוג בין מיתקנים ואמצעים שונים.
- חסכון בתשתית.
- גיבוי ויתירות.
- חסכון במבואות המחשב.

את הרת"מ הקיימים כיום אפשר לסווג לפי 3 מישורים עיקריים:

א. טופולוגיית הרשת (או ארכיטקטורה, או פרישת הרשת).

ב. טכנולוגיית התמסורת.

ג. נהלי גישה.

כל מישור כזה הינו במידה רבה בלתי תלוי בשאר המישורים וכל שלושתם אחראים להעברת המידע.

למרות שכל המישורים הינם בלתי תלויים ואפשר לבחור שילובים שונים, לכל אפשרות ישנם הביצועים והעלויות שלה שאותם יש לקחת בחשבון בעת בחירת אותה אפשרות. איורים 1, 2 ו־3 מציגים את האפשרויות השונות הקיימות בכל אחד ממישורי הסיווג.

למשל: רשת פס־רחב המבוססת על סיבים אופטיים לא תהיה מנוצלת מבחינה כלכלית אם מדובר על חיבור של מספר מצומצם של מדפסות מהירות. לעומת זאת אם נרצה להעביר על זוג חוטי נחושת, המיועדים להעברת דיבור, תמונות וידיאו כרשת של גישה אקראית נקבל תוצאות הגובלות באסון.

## טופולוגיה

ברשת תקשורת נתונים יש 3 מרכיבי חומרה.

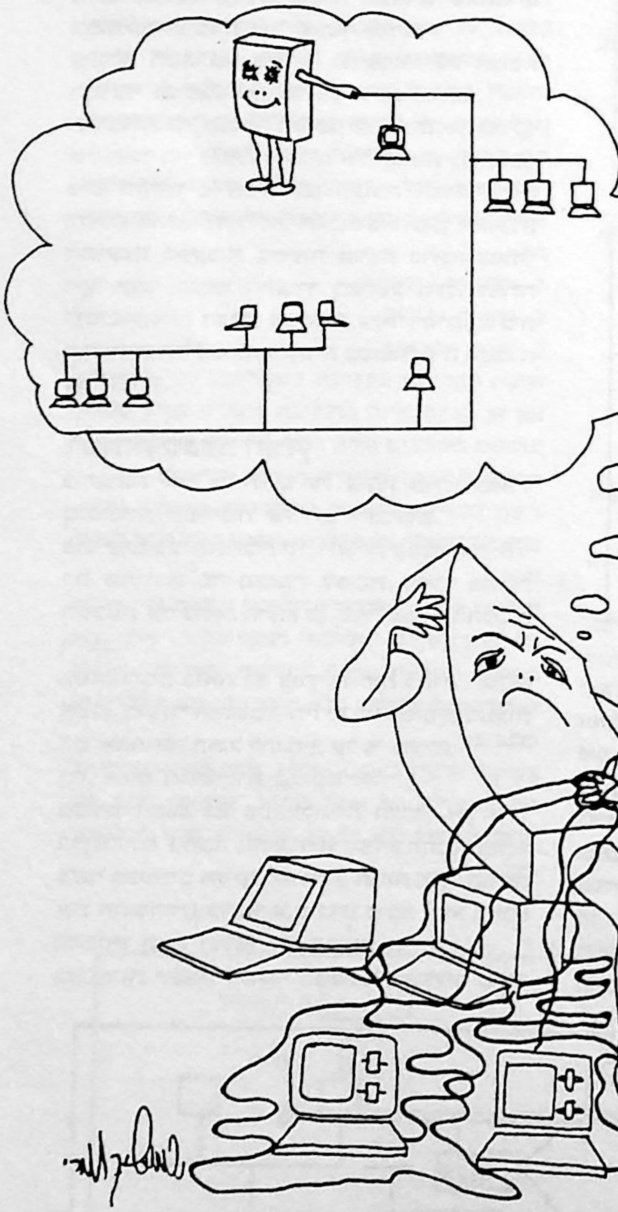
א. אמצעי התמסורת.

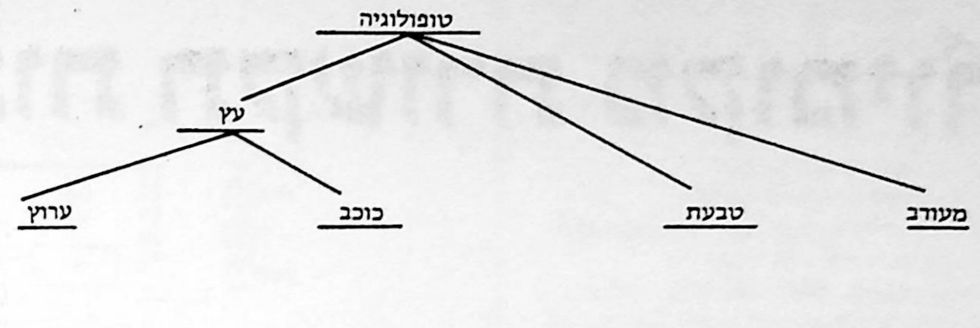
ב. מנגנון הבקרה.

ג. מימשק בין הרשת למחשב או המסוף.

המחשב או המסוף יחד עם המימשק שלהם לרשת מכונים בד"כ צומת.

אופן הקישור בין צמתות אלו לבין עצמם דרך אמצעי התמסורת נקרא הטופולוגיה של הרשת. שמות אחרים לאותו עניין הם ארכיטקטורה של הרשת או פרישת הרשת. שלוש טופולוגיות שיש בהן יתרון לרת"מ הן הכוכב (STAR), הטבעת (RING) והערוץ (BUS). לעומת זאת טופולוגייה מעורבת (HYBRID) מתאימה יותר לרשתות של שטח נרחב (WIDE AREA NETWORK – WAN).






איור מס' 1 – טופולוגיות אפשרויות

## רשת כוכב

איור 4 ב' מציג רשת בטופולוגיית כוכב. הצומת המרכזי מבצע את העברת התמסורות ובאופן כזה המבנה הוא פשוט למדי. טופולוגיה זאת מועדפת כאשר מספר צמתים משניים מתקשרים אל צומת מרכזי אחד. למשל: מספר מסופים מתחברים למערכת מרכזית של שיתוף זמנים.

פעולת רשת כזו תלויה בתיפקודו של הצומת המרכזי המבצע את כל פעילויות הניתוב. הקיבולת של הצומת המרכזי צריכה להיות בהיקף שיאפשר הידברות ברזמנית של הצומת עם המסרפים הקשורים אליו, לכן הצומת המרכזי חייב להיות מחשב גדול יחסית. כתוצאה מכך התועלת המושגת בעקבות פשטות הרשת כרוכה במחיר יקר יותר הנובע מהצורך במחשב גדול. למרות שטופולוגיית הכוכב אפשרית עבור רת"מ, מרבית הרשתות המקומיות נוקטות בטופולוגיית הטבעת או הערוץ.

## רשתות טבעת וערוץ

ברשתות אלו מוותרים על צומת מרכזי במחיר סיבוכיות מסוימת של יתר הצמתים.

בתרשים 2 ג' מתוארת טופולוגיית טבעת. התשדרת מועברת פה מצומת לצומת לאורך חוליות הטבעת עד צומת היעד, כך שאין צורך בהחלטות ניתוב.

בטופולוגיה כזאת יש צורך בתחנת בקרה (-MONI TOR). כישורי הניתוב היחידים הנדרשים מהתחנות הם שהתחנה תוכל להבחין, על פי כתובת התשדרת, האם התשדורת מכוונת אליה.

בצורה דומה, גם בטופולוגיית הערוץ אין צורך בהחלטות ניתוב. התשדורת נעה מתחנת המקור בשני הכיוונים אל קצה הערוץ. תחנת היעד קוראת את התשדורת כאשר זו עוברת דרכה והיא חייבת להבחין האם התשדורת מכוונת אליה.

בתצורות טבעת אמצעי התמסורת כוללים מרכיבים פעילים (כגון ממסרים) ואם באחד המרכיבים האלו ישנה תקלה המשבשת את פעולתו, כל פעולת הרשת משתבשת. רשת ערוץ המבוססת על כבל קואקסיאלי מאפשרת לצמתים להתקשר לערוץ בחיבור פסיבי.

כאשר צומת משתבש, הדבר אינו גורם לשיבוש הערוץ כולו. לכן רשת הבנויה על ערוץ אמינה יותר מרשת טבעת. אולם זהו לא היתרון היחידי של רשת ערוץ. אם, לדוגמא, יש שיבוש קשה באמצעי התמסורת או תקלה בחיבור לקווי הכוח – ברשת טבעת הדבר עלול לגרום למזק רציני לכל המרכיבים האלקטרוניים במערכת.

## אמצעי התמסורת

ברת"מ אפשר להשתמש כמעט בכל אמצעי תמסורת: שידורי רדיו, קוי חשמל, כבלים רגילים, גידי טלפון, כבל קואקסיאלי וכבל סיבים אופטיים. להלן נסקור אמצעים אלו תוך שימת דגש מיוחד לטכנולוגיית הכבל הקואקסיאלי המשמש לטלויזיית כבלים.

**גידי טלפון.** זהו האמצעי הותיק ביותר אבל גם המוגבל ביותר. הייתרון העיקרי שלו שהוא כבר קיים בשטח כאמצעי תמסורת קולי.

**כבל קואקסיאלי.** אמצעי זה נראה כמתאים ביותר היום לרת"מ בגלל רוחבו – (מעל 300 מה"ר), בגלל האפשרות הקלה לחבר אליו סוגי ציוד שונה ובגלל עמידותו בפני רעשים. ואכן כבלים קואקסיאליים מותקנים במערכות רבות.

**סיבים אופטיים.** זהו האמצעי בעל רוחב־פס הגדול ביותר. בטווח הארוך סיבים אופטיים יהפכו לאמצעי העיקרי לרת"מ. קיימת כבר התפתחות דרמטית בתחום זה. עד 1988 מתוכנן כבל סיבים אופטיים תת־ימי בטכניקה דיגיטאלית שיקשר בין אירופה וארה"ב ויהיה מסוגל להעביר אלפי שיחות טלפון, נתונים ווידיאו. סיבים אופטיים עדיפים כאשר המרחקים מגיעים לקילומטרים אחדים וכאשר קצבי התמסורת הינם בין 1 ל־20 מ"ב לשניה. תכונות אחרות של הסיבים האופטיים: עמידות גבוהה בפני רעשים ואי־רגישות למגע אדמה. יחד עם זאת ברוב המערכות אין צורך בסיבים אופטיים, יש עדיין קושי ליישם אותם והם מאפשרים תמסורת חד־כיוונית בלבד.

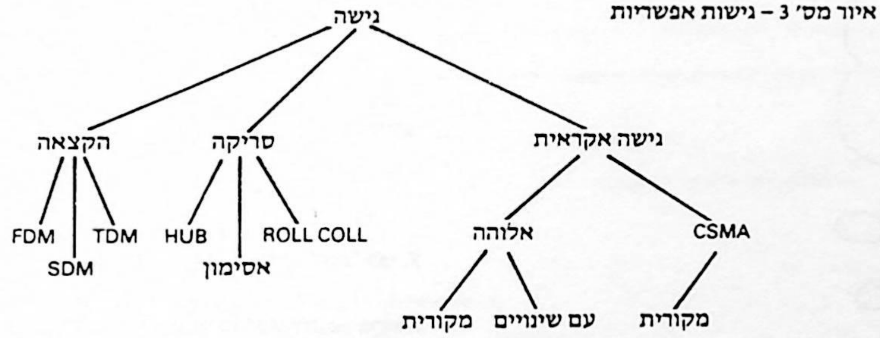
בעת בחירת אמצעי תמסורת יש לבחון את התכונות הבאות:

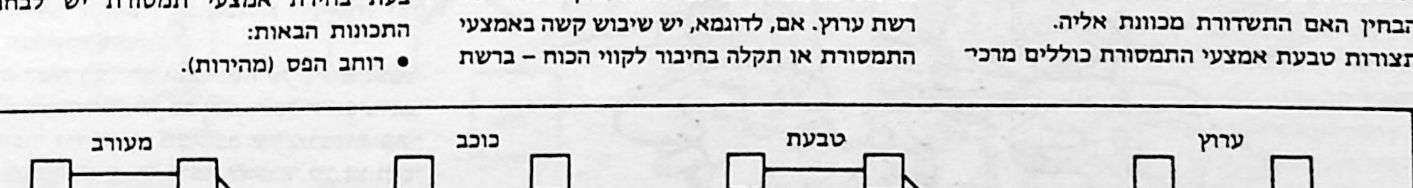
- רוחב הפס (מהירות).




איור מס' 2 – אמצעי תמסורת אפשריים

איור מס' 3 – גישות אפשריות




איור מס' 4 – טופולוגיות רשת

- יכולת הרחבה והתפתחות.
- מחיר.
- אמינות.
- קלות ההתחברות לרשת.
- שעור נמוך של שגיאות.
- חסינות נגד רעשים.
- שלמות התמסורת.

## רוחב פס

כאשר מדובר ברוחב פס מבחינים בין פס שמע (BASEBAND) לפס רחב (BROADBAND). בפס שמע הנתונים המועברים מיוצגים ע״י שינויי מתח בכבל. מערכת פס־רחב משתמשת במספר נושאי־תדר על אותו מוביל. בכל נושא מועברים גלים בתדירות גבוהה. בכל נושא מאופננים האותות על פי סוגי המידע המועבר: קול, נתונים, חזי וכדומה.

האפנון נעשה ע״י שיטות שונות:

איפנון רמה (AMPLITUDE) – האותות מאופננים ע״י חוזק השידור.

איפנון תדר (FREQUENCY) – האותות מאופננים ע״י תדירות הגלים.

איפנון כיוון PHASE() – האותות מאופננים ע״י כיוון הזרימה.

ההבדל העיקרי מבחינת המשתמש בין פס־שמע לפס־רחב הוא שמערכת פס־רחב יכולה להכיל מספר ערוצי תמסורת בלתי תלויים ואילו פס־שמע יכול לטפל רק בערוץ אחד. הבדלים אחרים נוגעים לתכונות כבל התמסורת, אורכו וציוד ההגברה שלו.

רת״מ יכולות להיות מבוססות על פס־שמע או על פס־רחב. אפשר גם להתחיל במערכת פס־שמע ואח״כ לעבור, תוך שינויים מסויימים, למערכת פס־רחב.

האמצעי המתאים היום לפס־רחב הינו כבל טלביזיה קואקסיאלי. הקצב בכבל כזה יכולה להגיע ל־400־200 מ״ב לשניה, קצב גבוה יותר מכל צורך תקשורת הקיים היום.

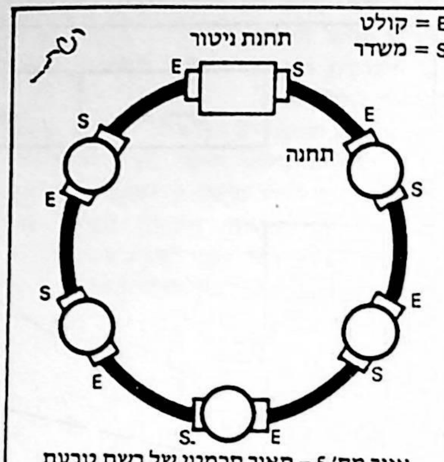
תמסורת נתונים המשתמשת בכבלי טלביזיה הינה באיכות טובה ביותר (סיבית שגוייה אחת ל־100 מיליון) וגם כלכלית במרחקים קצרים.

בהשוואה לזוג גידי טלפון, כבל טלביזיה קואקסיאלי מספק הגנה טובה יותר נגד רעשים, נגד השפעות הדדיות בין ערוצים, נגד הפרעות מכוונות ובלתי מכוונות. יחד עם זאת זוג גידי טלפון בהחלט מספיק עבור מהירויות מוגבלות או מרחקים קצרים והוא גם יותר זול.

סיבים אופטיים עדיפים במקרים של סכנת רעשים והפרעות, אבל אינם מתאימים לרשת רבת־משתמשים. הם משמשים בעיקר לתקשורת נל״ן, מכיון שטכנולוגיית הסיעוף שלהם עדיין יקרה ולא אמינה.

פס־שמע מועדף כאשר יש צורך בתקשורת לטווח ארוך (מעל 1.5 ק״מ) ותמסורת של ערוץ אחד. כאשר יש צורך בתקשורת משולבת של קול, חזי ונתונים יש להשתמש בפס־רחב. אפשר להפוך מערכת פס־שמע למערכת פס־רחב ע״י התקנת מודמים ומגברים מתאימים.

ישנם מספר הבדלים בסיסיים בין מערכות פס־שמע למערכות פס־רחב הן במישור הטכני והן במישור היישומי.




איור מס׳ 5 – תאור סכמטי של רשת טבעת

בפס־שמע כל התמסורת יכולה להיות דיגיטלית. בפס רחב האותות צריכים להנשא על תדרי תמסורת גבוהים שהם אנאלוגיים.

מהבדל זה נובעים מספר יתרונות וחסרונות. היתרונות של פס־שמע הם:

1. פשטות.
2. אין צורך במגברים ולכן הרשת הינה פסיבית.

החסרונות הם:

1. הגבלה על מהירות העברת הנתונים.
2. קיבולת נמוכה של שידור.
3. מרחקים קטנים.

בפס־רחב היתרונות הם:

1. אפשרות לשלב סוגי מידע שונים: קול, חזי, נתונים וכד׳.
2. מרחקים גדולים (עד 500 ק״מ).
3. רכיבים סטנדרטיים וקלים להשגה.
4. יכ:לת נוחה חולה של הרחבה.
5. שעור נמוך של שגיאות.

לפס־רחב יש גם חסרונות:

1. מחיר הרכיבים גבוה.
2. בגלל שילוב כל סוגי המידע, תקלה ברשת מביאה למק רב.
3. תקשורת נתונים לבדה אינה מצדיקה, כלכלית, רשת פס־רחב.
4. הרכיבים מורכבים יותר (רכיבים אנאלוגיים).

אפשר לסכם את נושא כבלי התמסורת כדלקמן:

א. זוג גידי טלפון. זהו הפתרון הזול ביותר. הם גם גמישים ואפשר להוביל אותם בקלות בתוך מבנים ועל פני פינות חדות.

ב. כבל קואקסיאלי. יכול להעביר תדירויות רבות יותר מאשר זוג גידים. מוגן יותר נגד הפרעות. כבלים קואקסיאליים עדיפים כאשר יש צורך בחיבורים רבים לרשת. ישנם שני סוגי כבלים קואקסיאליים: פס־שמע ופס־רחב. פס־רחב יקר יותר מפס־שמע.

ג. סיבים אופטיים. אלו יהיו כנראה אמצעי התמסורת של העתיד בגלל קיבולת רוחב־פס גבוהה ביותר.

ד. כבל טלביזיה. מהווה מועמד מתאים לרת״ם בגלל רוחב־פס גדול ביותר. נפוצותו הרבה גורמת למחירים נמוכים יחסית.

## פרוטוקול גישה

פרוטוקול תקשורת הינו אוסף פורמלי של נהלים הקובע את המתכונת והתיזמון של חליפי תשדורות בין שני מוקדי תקשורת.

התפקיד העיקרי של פרוטוקול גישה הינו לספק לצמתים המחוברים לערוץ תקשורת משותף את שירותי הגישה אל הערוץ.

ברשת תקשורת מקומית, בעיקר בטופולוגיית הטבעת והערוץ, קיימת בעיית הקביעה איזה צומת רשאי לשדר ברגע זמן נתון. תפקיד זה מבוצע ע״י מנגנון הבקרה.

רשתות טבעת וערוץ חייבות ליישם מנגנון מבחר כלשהו על מנת לקבוע איזה צומת רשאי להשתמש בתמסורת ברגע מסויים. ברשתות כוכב הצומת המרכזי מסוגל לשדר ולקלוט ברזמנית מכל צומת, או שהוא פונה לכל אחד מהצמתים כדי לקבוע אם הצומת רוצה לשדר.

ישנו מיגוון של שיטות בקרה, אולם אנו נציין שלש שיטות גישה עיקריות אל אמצעי התמסורת:

1. הקצאה (קבועה).
2. סריקה (POLL).
3. גישה אקראית.

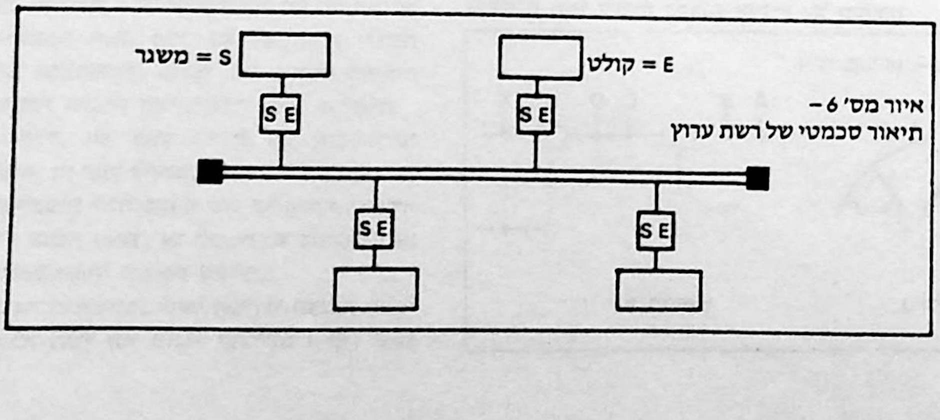
שיטת ההקצאה הקבועה, כגון ריבוב לפי תדירות, זמן או מרחב, אינה מתאימה לרת״מ בגלל שהיא מבזבזת משאבים והיא אינה מספיק גמישה עבור מרבית סביבות המשרד ועיבוד הנתונים.

גישת הסריקה והגישה האקראית גמישות יותר.

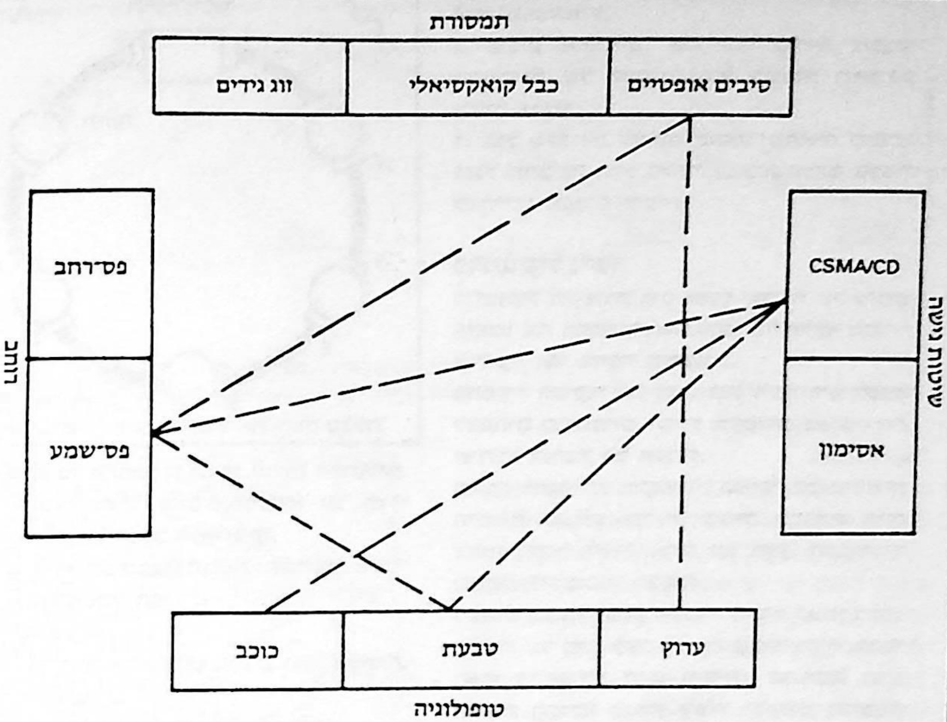
בגישת הסריקה ניתנת זכות השידור כל פעם למנוי אחר.

בשיטת אסימון הסריקה הבקרה נערכת ע״י העברת זכות השידור (אסימון) ממנוי למנוי. שלא כמו בשיטת הקצאת זמנים, בשיטת האסימון ערוצי שידור אינם תפוסים ללא צורך ע״י צומת שאין לו מה לשדר.

בשיטה אחרת (ROLL-CALL), בקר מרכזי מתשאל את המנויים, כל אחד בנפרד, ומקצה להם את ערוץ השידור לפי הצורך (מתאים לקוי מולטידרופ).




איור מס׳ 6 – תיאור סכמטי של רשת ערוץ




הקו המרוסק מתאר שילובים אשר באופן מעשי
אינם ניתנים ליישום או שהם קשים מאוד ליישום.

איור מס' 7 – שילובים קשים מאוד או בלתי אפשריים.

בשיטת HUB POLLING (מתאימה גם היא לקוי מולטידידופ) בקר סורק את המסופים. הוא מתחיל ברחוק ביותר. אם למסוף יש נתונים לשידור הוא שולח אותם. אם לא – הוא מעביר הודעה לשכנו וכך עד שנמצא מסוף המוכן לשדר. אם אין מסוף כזה – הפיקוד חוזר לבקרה המרכזית.

## גישה אקראית

שיטה זו מאפשרת לצמתים להחליט בעצמם מתי הם יכולים להעביר תשדורת ע"י כך שהם בוחנים את מצב העורק (תפוס או פנוי).

פרוטוקולים שבהם תחנה מאזינה לנושא ופועלת בהתאם נקראים פרוטוקולים רגישי־נושא (CAR-RIER SENSE PROTOCOLS).

כאשר שני צמתים או יותר מנסים לשדר דרך העורק באותו זמן מתרחשת התנגשות, כל התשדורות נהרסות ויש לשדרן מחדש. כדי למנוע התנגשויות אלו יש טכניקות שונות. הידועה ביותר הינה LBT (LISTEN BEFORE TRANSMIT).

ב־LBT צומת מאזין כל הזמן לערוץ עד שהערוץ מתפנה, או בודק אותו אחת למשך זמן מסויים, עד שהוא מוצא אותו פנוי. גם בשיטה זו יכולות להיווצר התנגשויות, כאשר שני צמתים מאזינים ימצאו את העורק פנוי וישדרו עליו ברזמנית.

בכל מקרה, יש צורך לדעת אם אכן קרתה התנגשות. זה יכול להתבצע בשני אופנים: צמתים יכולים לצפות להודעות אישור על קבלת התשדרת ע"י צומת היעד, או להשתמש בשיטת LWT (LISTEN WHILE TRANSMISSION).

באפשרות הראשונה, אחרי השידור הצומת המשדר מחכה משך זמן מוגדר להודעת אישור אשר צריכה להיות מוחזרת מצומת היעד. אם הודעה כזו אכן מגיעה – סימן שהשידור עבר בהצלחה. אם הודעת האישור לא מגיעה תוך פרק הזמן שנקבע, סימן שהתשדורת נהרסה בגלל התנגשות או בגלל רעשים על הערוץ. במקרה כזה התשדורת משודרת מחדש.

בשיטת ה־LWT הצמתים המעורבים בהתנגשות יכולים לזהות באופן ישיר האם קרתה התנגשות. באופן כזה השידור החחר מועבר מיידית ללא העיכוב הנגרם בשיטה הקודמת בגלל הצפיה להודעת אישור. נוסף לכך ערוץ השידור מתפנה יותר מהר מכיוון שהצמתים המעורבים בהתנגשות מפסיקים לשדר ברגע שהם מבחינים שישנה התנגשות.

שיטת LWT מיושמת במיטבה ברשת אטרנט, אשר פותחה ע"י מרכז המחקר של זירוקס בפאלו־אלטו, קליפורניה.

שיטת הגישה האקראית הנפוצה ביותר הינה ה־CSMA/CD – CARRIER SENSE MULTIPLE AC-CESS WITH COLLISION DETECTION.

שיטה זו ניתן ליישם בקלות יחסית על מערכת פס־שמע, אולם עדיין קשה ליישמה במערכת פס־רחב. השיטה נוקטת בעיקרון שניתן לנסחו כדלקמן: "בדוק אם הכבל חופשי לפני שאתה שולח תשדורת ואז (כאשר אף אחד אחר לא משדר) החל לשלוח. אם אתה מבחין בהתנגשות, עצור את השידור ונסה שוב יותר מאוחר".

ככל שהרשת עמוסה יותר בתשדורות, עולים הסיכויים להתנגשות וכתוצאה מהפעלת המנגנון נגד־התנגשות יורדת תפוקת הרשת.

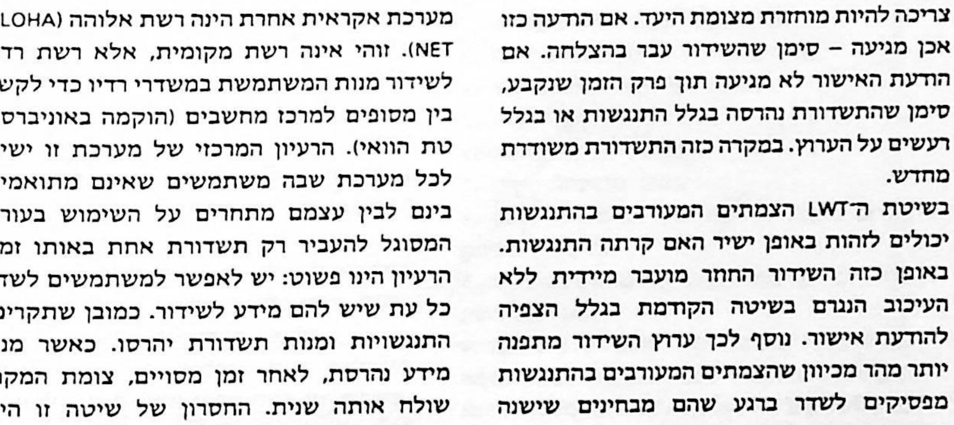
תופעת החלשת האותות ברשת גם היא משפיעה. במערכות פס־שמע המעבירות תשדורות דיגיטל־יות במהירות נמוכה החלשות האותות אינה מהווה בד"כ בעייה. אולם במערכות פס־רחב בעלות תדר גבוה החלשות האותות עלולה להפריע למנגנון איתור ההתנגשויות. בקשר לכך נעשו מספר שיפו־רים, כגון השימוש במגבירי "ראש־קצה", אולם התוצאות עדיין אינן משביעות רצון.

CSMA/CA הינו וריאנט של CSMA/CD. שיטה זו פותרת את בעיית התחרות על הערוץ לפני שמועבר הנתון הראשון. באופן כזה משתפרת יעילות הרשת, בעיקר כאשר יש עומס. בעיית החלשות האותות עקב מרחק נפתרת ע"י טכניקת תיזמון: כל צומת מקשיב פעמיים לפני שהוא משדר מנת נתונים. בעזרת יצירת "התפרצות" אפשר לאתר התנגשות צפויה בשלב מוקדם, לפני שידור המידע עצמו. שיטת CSMA/CA יושמה על כבל פס־רחב פסיבי וע"י כך עלתה אמינות המע־רכת ויעילותה הכלכלית.

מערכת אקראית אחרת הינה רשת אלוהה (ALOHA NET). זוהי אינה רשת מקומית, אלא רשת רדיו לשידור מנות המשתמשת במשדרי רדיו כדי לקשר בין מסופים למרכז מחשבים (הוקמה באוניברסי־טת הוואי). הרעיון המרכזי של מערכת זו ישים לכל מערכת שבה משתמשים שאינם מתואמים בינם לבין עצמם מתחרים על השימוש בעורק המסוגל להעביר רק תשדורת אחת באותו זמן. הרעיון הינו פשוט: יש לאפשר למשתמשים לשדר כל עת שיש להם מידע לשידור. כמובן שתקרינה התנגשויות ומנות תשדורת יהרסו. כאשר מנת מידע נהרסת, לאחר זמן מסויים, צומת המקור שולח אותה שנית. החסרון של שיטה זו הינו התפוקה הנמוכה שלה. כדי לתקן חסרון זה פותחה גירסת אלוהה־חריץ. בגירסה זו הזמן מחולק למירווחים בדידים. כל מירווח הינו כאורך הזמן הדרוש לשידור מנה (למעשה קצת יותר). מסוף אינו רשאי לשלוח תשדורת בתיזמון כל שהוא, אלא רק בתחילת החריץ הבא.

למעשה, היסטורית, ראשית פותחה רשת אלוהה ובעקבותיה פותחו שאר שיטות הגישה האקראית.

איור מס' 10 – טופולוגיות כבל



## סיכום

למרות שלהלכה אפשר להשתמש בכל שיטת בקרה יחד עם כל טופולוגיה, לא כל השילובים מתאימים לכל המשימות. נוסף לשיקולי עלות וביצועים, יש להתחשב גם באופי הסביבה שבה פועלת הרשת.

לעניין זה אפשר לאפיין שני סוגי סביבות:
א. תשדורות מתפרצות. ברשת כזו צרכי השידור אינם חזויים ואינם מחזוריים. צומת עשוי לשקוט על שמריו במשך זמן ואילו לפתע ירצה לשדר אפילו מספר תשדורות.
ב. תשדורת מחזורית. תנועת התשדורות הינה מחזורית וקבועה.

את שיטות הגישה יש להתאים לסביבת הרשת. הדרך הפשוטה ביותר לארגון רשת כבלים הינה לפתל כבל יחיד דרך כל הבניין ולאפשר לכל תחנה להתחבר אליו בנקודה הקרובה ביותר אליה. החסרון הינו שהכבל עשוי להיות מאוד ארוך. כדי לחסוך באורך הכבל, יש מערכות שבהן יש כבל אנכי העולה מקומת הקרקע אל הקומה העליונה וממנה, בכל קומה מתפצל כבל אופקי שאליו מתחברות התחנות של אותה קומה.

הצורה השכיחה ביותר הינה צורת העץ מכיון שברשת שבה יש 2 נתונים אפשריים בין שתי תחנות יכולות לקרות תקלות כתוצאה של הפרעה בין סימנים.

ככל המאורגן בקטעים (כמו בשרטוט 8 ד') מאפשר העברת תשדורת עלכל קטע בנפרד באותו זמן. ◆◆

# תקנים ופרוטוקולים לרשתות מקומיות

הכורח בקיום סטנדרטים לרשתות תקשורת מקומיות (רת"מ) נובע מהשוני הרב הקיים בתחום המסופים והתקשורת ומהצורך בתקשורת בין מסופים ומחשבים מסוגים שונים.

סטנדרטים נחוצים לעניינים הבאים:

מימשקי חומרה לרשתות מקומיות
מימשקי תוכנה לרשתות מקומיות
חיבור עם רשתות רחבות
חיבור עם רשתות מקומיות אחרות
ניהול הרשתות

בשלוש השנים האחרונות ישנה פעילות נמרצת להתקנת סטנדרטים, בעיקר כדי לקדם התפתחויות עתידיות ולענות על צרכי המשתמשים בנוגע לגמישות של חומרה ותוכנה.

## מודל השכבות של ISO

רשתות מחשבים חדישות מתוכננות בדרך מובנית המיישמת את הכלל הידוע "הפרד ומשול".

אפשר לראות רשת כזו כסדרת שכבות אחת מעל השניה – כל אחת מבוססת על הקודמת לה. כל שכבה מיועדת לספק שרותים מסויימים לשכבה שמעליה. שכבה מסויימת במחשב אחד 'מדברת' עם שכבה מקבילה במחשב שני בעזרת פרוטוקול מתאים. כל שכבה מעבירה לשכבה שמתחתיה נתוני מידע ונתוני בקרה וכך עד לשכבה התחתונה ביותר – שכבת הערוץ הפיזי.

בין כל שתי שכבות סמוכות קיים מימשק אשר מגדיר איזה פעולות ושירותים השכבה התחתונה מעניקה לשיכבה שמעליה. סדרת השכבות, הפרוטוקולים והמימשקים נקראת "ארכיטקטורת הרשת".

ע"מ להמחיש ניתן דוגמא המתייחסת למודל בן 7 שכבות.

משתמש של מחשב א' רוצה להעביר הודעה למשתמש הקשור למחשב ב'. הוא מפעיל את שכבה 7 (במחשב א') ויוצר את ההודעה הנחוצה. ההודעה מועברת משכבה 7 לשכבה 6 בעזרת מימשק 6/7 וכך הלאה שיכבה לשיכבה. כל שיכבה מבצעת תפקידים מסויימים ומוסיפה כותרת נחוצה, עד שההודעה, כולל כל הכותרות מגיעה לשיכבה 1 המעבירה את ההודעה לשיכבה 1 במחשב ב'. שם מועברת ההודעה משיכבה לשיכבה כלפי מעלה. בכל שיכבה נשמטת הכותרת המיועדת לאותה שכבה עד שלבסוף ההודעה מגיעה למטרתה – שיכבה 7 במחשב ב'.

כפי שאפשר לראות, ארכיטקטורת הרשת מגדירה היראַרכיה של שכבות בלתי תלויות המבצעות כל אחת תפקידים מוגדרים. הארכיטקטורה מגדירה את התפקידים של כל שיכבה ואת היחסים שבין השכבות.

בתחום הרשתות המקומיות יש פעילות רבה של תקינה. הגוף העיקרי הפעיל בשטח התקינה הוא ISO (INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION) אשר פיתח תקינה בינלאומית של פרוטוקולים בתחום הרשתות הפתוחות.

הסטנדרט של ISO עבור רשתות פתוחות בנוי משבע שכבות כדלקמן:

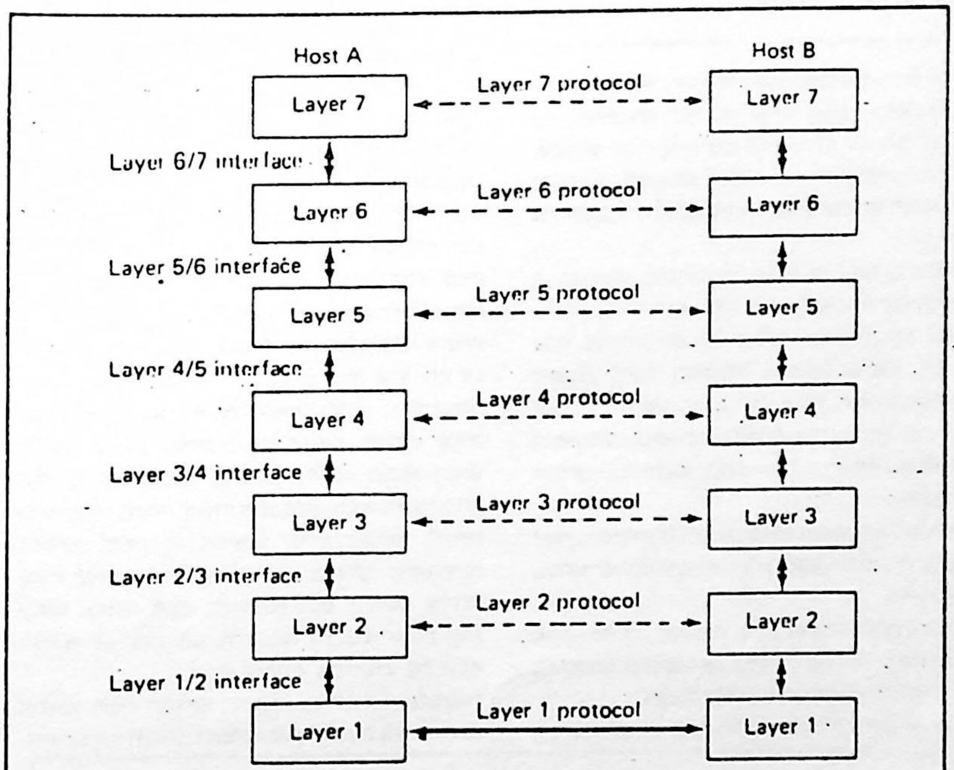
1. שיכבה מס. 1 – הערוץ הפיזי PHYSICAL LINK LAYER. שיכבה זו מגדירה את הצד האלקטרוני והמכני של העברת הנתונים בין שני הקצוות של הערוץ הפיזי. היא גם אחראית לטפל במקרים של חיבור וניתוק וכן זיהוי תקלות ברשת.

שיכבה מס' 2 – עורק הנתונים DATA LINK LAYER. שיכבה זו אחראית ליצור נתיב תקשורת חופשי משגיאות על גבי הערוץ הפיזי. היא ממסגרת את ההודעות למשלוח, בודקת את שלמות ההודעות המתקבלות ומווסתת את הזרימה.

שיכבה 3 – בקרת הרשת NETWORK CONTROL LAYER. תפקידה לנתב את ההודעה דרך רשת התקשורת.

שיכבה 4 – TRANSPORT LAYER. אחראית לקשר של קצה אל קצה, לאחר שהנתיב להעברת ההודעה בתוך הרשת כבר קיים.

שכבה 5 – SESSION CONTROL. מקיימת ומפקחת על תקשורת בין צמתים מסויימים ברשת. מגשרת בין השירותים הניתנים ע"י שכבה 4 ובין המשימות הלוגיות הפועלות תחת מערכות ההפעלה של הצמתים המשתתפים בתקשורת.




שכבות פרוטוקולים ומימשקים

שכבה 6 – PRESENTATION CONTROL. מתרגמת את הנתונים המועברים למתכונת הניתנת להצגה ע"ג מסכים או מדפסות של הצומת המקבל.

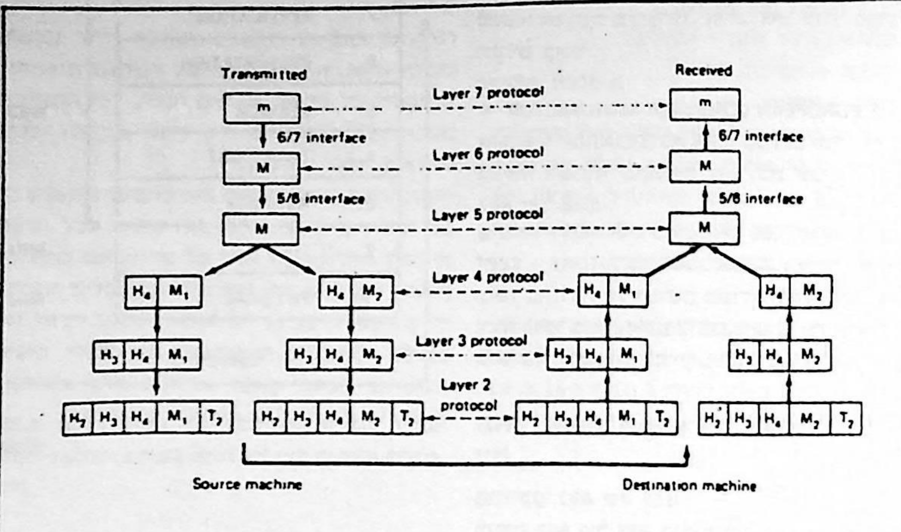
שכבה 7 – שכבת היישום – APPLICATION LAYER. משרתת באופן ישיר את המשתמש, את היישומים שלו, כגון גישה למאגרי נתונים, העברת קבצים, ניהול רשת וכדומה.

תאור מפורט יותר של שכבות הרשת ותפקידיהן נמצא במאמרו של יונדב פרי – מודל ISO לארכיטקטורה של רשתות מחשבים – שהופיע במחשבים גיליון 17, ספטמבר־אוקטובר 1982

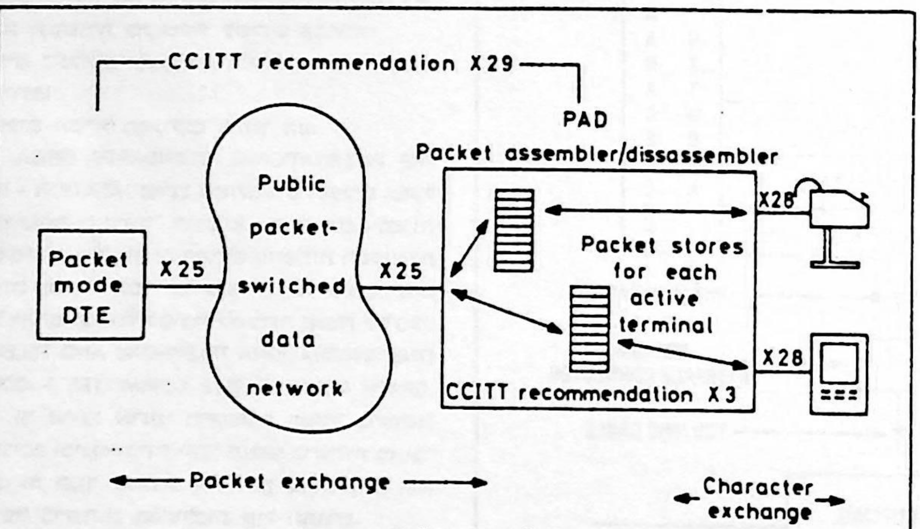
רשתות מחשבים כמעט תמיד מאורגנות בצורת היוראכיה של שכבות – כל שכבה מבצעת קבוצה של תפקידים השייכים לתחום מוגדר וחלקי בניהול התקשורת. ארכיטקטורת הרשת מוגדרת, אם כן, במונחים של יחסים בין חלקים שונים של הרשת. יחסים אלו כוללים את הפרוטוקולים, שהם כללי התיפעול והנהלים לביצוע תקשורות בין משתמשים ואמצעים של רשתות שונות המוגדרים לחוד לגבי כל שכבה של הרשת – ואת המימשקים, שהם הגבולות והיחסים שבין שכבות סמוכות (אחת מעל השניה) של הרשת.

אחת ההשוואות המסבירות ביותר של מבנה רשת רב־שכבתית נמצאת בספרו של א.ס. טננבאום "רשתות מחשבים". לפי השוואה זו הרשת משולה לשני אנשים הנמצאים בארצות מרוחקות, אשר רוצים לשוחח ביניהם על נושא מסויים, אבל אינם דוברים בשפה אחת. כל אחד מעסיק מתורגמן ולשני המתורגמנים יש שפה משותפת.

גם מהנדסים משתתפים בדו־שיח והם מספקים אמצעי תקשורת בין שתי הארצות. כאשר אחד מהאנשים רוצה לפתוח בשיחה, הוא מעביר את הודעתו למתורגמן אשר מתרגם ומעביר למהנדס. המהנדס מכין את ההודעה לשידור ומשדר אותה. ההודעה מתקבלת ע"י מהנדס שני היושב ליד מיתקן הקבלה, הוא מעביר אותה למתורגמן אשר מתרגם ומעביר למשוחח השני.




זרימה למעשה של המידע כתוצאה מתקשורת בשכבה 7




המלצת X29 של CCITT

## פרוטוקולים של שכבת הרשת (שכבה מס. 3) לרשתות מקומיות

שכבת הרשת מפקחת, כאמור, על תיפקודי הרשת. השכבות שמעל שכבה 3 כבר אינן עוסקות בבעיות הרשת אלא בהודעות עצמן. בשכבה זו מתבצע עיקר המימשק שבין המחשב והרשת.

שכבת הרשת עצמה ניתנת לחלוקה לשלושה סוגים בהתאם לסוגי הרשתות שהיא משרתת:

1. רשת נקודה לנקודה.
2. רשת לווינים ורדיו.
3. רשת תקשורת מקומית.

כדי למנוע מדינות שונות מלפתח מימשקים שאינם תואמים אחד את השני, CCITT (ארגון התקשורת הבינלאומי) הציע והמליץ על תקן בינלאומי לפרוטוקולים עבור שכבות 1, 2 ו־3.

תקנים אלו ידועים בשם X.25 והם מגדירים את המתכונת והמשמעות של העברת מידע דרך הרשת בין צומת הנקרא DTE (DATA TERMINAL EQUIPMENT) לבין ציוד הרשת המובילה הנקרא DCE (DATA CIRCUIT TERMINATING EQUIPMENT).

X.25 מגדיר שלוש שכבות של תקשורת: הערוץ הפיזי, שכבת המסגרת ושכבת המנה.

אם נקביל את זה למונחי ISO, שכבת המסגרת היא עורק הנתונים (שכבה 2) ושכבת המנה היא שכבת הרשת (שכבה 3). בתקשורת הרגילה של ציוד מיחשוב ומודמים יש תקנים מקובלים עבור השכבות המנמוכות של ארכיטקטורת הרשת: RS 232-C, EIA ר־CCITTV.24 ו־RS423.

על מנת לענות צרכים של רשתות קיימות, X.25 מספק מימשק למספר גדל והולך של רשתות ציבוריות ופרטיות.

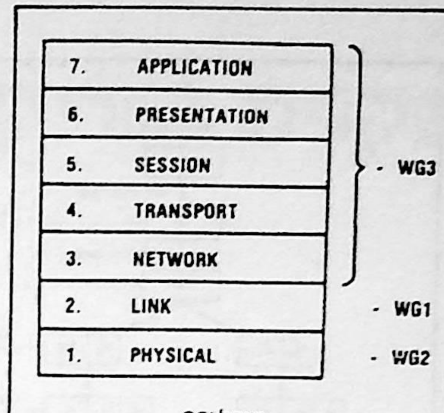
ספקים רבים מכלילים פרוטוקולים מתקן X.25 בארכיטקטורת הרשת שלהם. לעומת זאת יש מסופים רבים שאינם מדברים X.25 ולאילו הוגדרה סדרה אחרת של תקנים להתקשרות של מסופים טיפשים אל רשתות ציבוריות הפועלות לפי תקן X.25. בעיקרון מתקינים "קופסה שחורה" אשר אליה יכולים המסופים להתחבר. הקופסה השחררה נקראת PAD (PACKET ASSEMBLER DISASSEMBLER) ואופן פעולתה מתואר בתקן בינלאומי הנקרא X.3. הוגדר גם פרוטוקול תקני בין המסוף לבין ה־PAD, הנקרא X.28. פרוטוקול תקני אחר קיים בין ה־PAD והרשת והוא נקרא X.29. סדרה זו של פרוטוקולים (X3, X28, X29), הנקראת גם פרוטוקולי XXX, קיימת גם עבור חיבור מסופים רגילים לרשתות מיתוג מנות.

פרוטוקולים X כוללים גם את X21BIS ו־X21 עבור ערוצים פיזיים.

X21 מאפשר גישה מהמשתמש אל רשת מיתוג מעגלים סיפרתיים. X21BIS מאפשר גישה למעגלים אנאלוגיים.

השכבה הראשונה של X.25 כוללת את X21BIS, X21 וע"י כך היא מגדירה את המאפיינים החשמליים והתהליכיים של מעגלי התקשורת. השכבה השניה של X.25 הינה נוהל HDLC המבטיח העברה נכונה של נתונים בין ציוד הקצה לציוד הרשת. השכבה השלישית מספקת ל־X.25 את הקשר בפועל עם שרותי מיתוג המנות.

כאשר מדברים על קשר בין רשתות ניצבת בפנינו הבעיה איך ליצור תקשורת בין פרוטוקולים שונים. פרוטוקול X.75 הינו דומה מאוד, באופן מעשי,



מודל OSI

ל־X.25 ונבדל ממנו רק בכך שהוא יכול לנתב ממקור הנמצא ברשת אחת אל יעד הנמצא ברשת שניה.

## פעילות תקינה לרשתות תקשורת מקומיות

אפשר לחלק את הגופים העוסקים בתקינת רש־תות תקשורת מקומיות לשלוש קבוצות: גופים בינלאומיים; גופים בארצות הברית; גופים באירופה.

הגופים הבי״ל הפעילים ביותר הם:

- THE INTERNATIONAL STANDARTS ORGANIZATION – ISO מייצג משתמשים וספקים ופועל באמצעות ארגוני התקינה הלאומיים. למרות שפעילותו של גוף זה בתחום הרשתות המקומיות היתה מוגבלת למדי עד עתה – היבטים מסויימים של רת״ם הועברו לטיפול לוועדות שונות של ISO.
- (THE INTERNATIONA TELEPHONE AND TELEGRAPH CONSULTATIVE COMMITTEE – CCITT. גוף זה מייצג ארגוני תיקשורת ועוסק ברשתות אזוריות ובינלאומיות יותר מאשר ברשתות מקומיות. זה הגוף שהגדיר את תקן X.25 ועתה הוא מטפל ברשתות המשלבות קול ונתונים.

פעילות תקינה בארה״ב:

- (THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS – IEEE. ארגון זה אינו גוף תקינתי, אולם באמצעות 'פרוייקט 802' שלו ביצע מספר עבודות ראויות לציון בשטח תקינת רשתות.
- THE NATIONAL BUREAU OF STANDARDS – NBS. גוף זה אחראי לפיתוח תקנים עבור הרשויות הפדרליות והיה מעורב בתקינה של רשתות ומימשקים.
- DEC, INTEL AND XEROX – DIX. גוף משותף זה יצר את מיפרט אטרנט. הפרוטוקולים לתיפעול ושימוש באטרנט פורסמו בינואר 1982. תמיכתו של גוף זה תהפוך את אטרנט לסטנדרט מקובל דה־פקטו.
- NETWORK USERpS ASSOCIATION – NUA. הוקם ביולי 1981 ע״י מספר חברות גדולות המשתמשות ברשתות ומטרתו לקדם את עניין של החברות בנושאי רשתות תקשורת.
- (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE – ANSI. הגוף המוסמך בארה״ב לנושאי תקינה. הוא מסייע ותומך בפעילויות התקינה השונות המתבצעות בנושא רשתות מקומיות, אולם אינו עורך בפועל תקנים כאלו.

פעילות אירופית

- (THE EUROPEAN COMPUTER MANUFACTURERS ASSOCIATION – ECMA. עבודתו של גוף זה בנושא רשתות מקומיות משולבת עם פרוייקט 802 של IEEE.
- THE COMMITTEE OF EUROPEAN POST AND TELECOMMUNICAITONS – CEPT. גוף זה מעורב מאד בהגדרה של רשתות משולבות לקול ונתונים והוא פועל בשיתוף עם CCITT. יישומו של נושא זה ברשתות מקומיות עדיין מוגבל למדי.

## תאור מספר תקנים של רשתות מקומיות

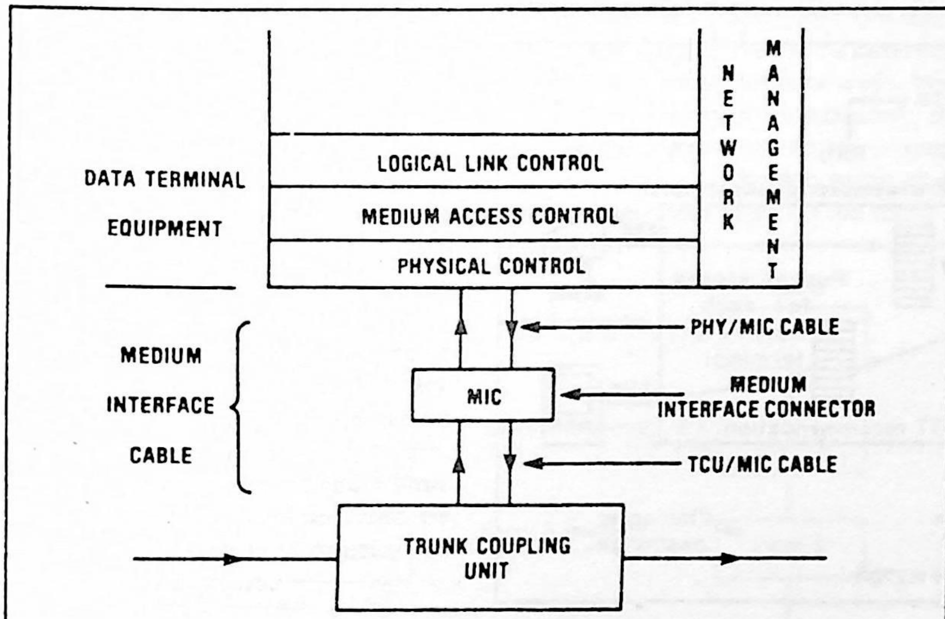
### פרוייקט 802 של IEEE

וועדת 802 של IEEE בוחנת תחום רחב למדי של רשתות מקומיות. (BASEBAND CSMA/CD, BROADBAND CSMA/CD, TOKEN RING, TOKEN BUS, METROPOLITAN AREA NETWORKS) במטרה לענות על סדרת דרישות, כגון טווח הרשת (עד 4 ק״מ ולפחות 2 ק״מ), תחום הנתונים (מ־1 עד 20 מיליון סימנים לשניה), הטופולוגיה של הרשת (ערוץ או טבעת), תמיכה בלפחות 200 תחנות, תאימות עם שכבות 1 ו־2 של OSI, פתרון והענות לצרכים שונים של תקשורת נתונים ועוד.

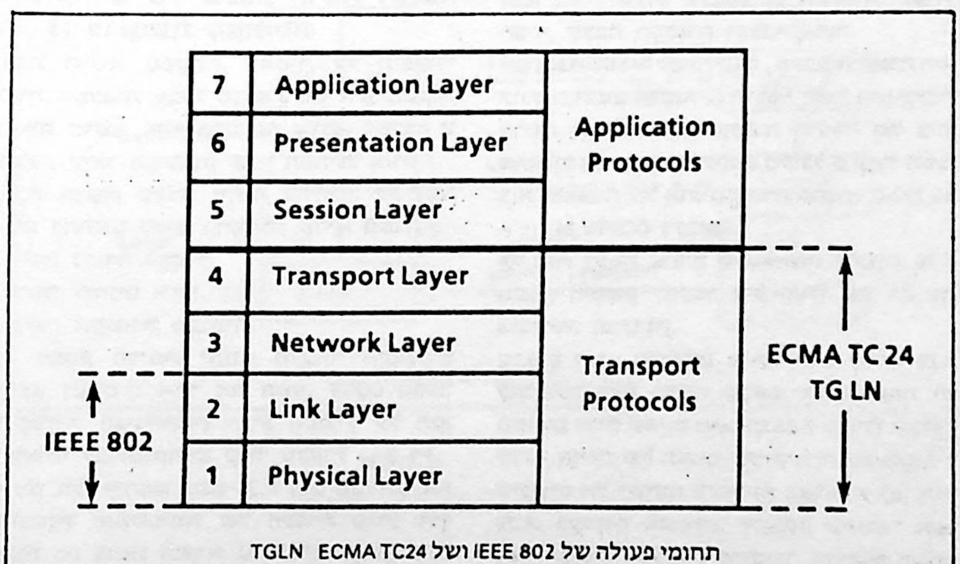
לשם כך הוקם צוות פרוייקט אשר האציל סמכויות לשלוש קבוצות עבודה. קבוצות 1 ו־2 הגדירו תקנים בעוד קבוצה 3 סיפקה קוים מנחים להתאמת התקנים לצרכי המשתמשים תוך התחשבות בשכבות הגבוהות יותר, בבעיות של התקשרות בין רשתות ושל ניהול רשתות.

ההתעניינות הגוברת באירופה בנושא רשתות מקומיות הביאה לשיתוף פעולה ממוסד בין פרוייקט 802 (ארה״ב) לבין ECMA24 (אירופה).

במרץ 1982 הושג תיאום בין פרוייקט 802 CSMA-CD, אטרנט, ו־ECMA כאשר שיטת האסימונים



מודל אסימון – טבעת



תחומי פעולה של IEEE 802 ושל ECMA TC24 TGLN

(TOKEN ACCESS METHOD) הוכיחה כפועלת הן על רשתות ערוץ והן על רשתות טבעת.
פעילות נוספת הינה בקשר לרשתות עירוניות (MAN – METROPOLITAN AREA NETWORK) מדובר ברשתות המשתמשות בטכנולוגיית טלוויזיית כבל ומיועדות לכסות שטח ברדיוס של כ־40 ק"מ ממרכז הרשת.

**תקינות ECMA לרשתות מקומיות**

העבודה הטכנית של ECMA מתבצעת במסגרת וועדות טכניות (TC) ונושא הרשתות המקומיות הועבר לטיפול TC24 (פרוטוקול תקשורת).
האחריות הכוללת לנושא הוטלה על קבוצת המשימה TGLN.
שלא כמו IEEE802 אשר עסקה דק בשכבות 1 ו־2 בלבד של – ISO TGLNעוסקת בשכבות 1 עד 4.
מטרת TGLN הינה לפתח, יחד עם IEEE 802ועל בסיס מיפרטי אטרנט והצעת IEEE802, תקן אשר יהיה מקובל על שני הצדדים. הנושא בכללותו חולק לשלושה תת־נושאים:

א. CSMACD פס רחב – אטרנט.
ב. טבעת – אסימון.
ג. ערוץ – אסימון.

ישנו הבדל בין מטרותיה של ECMA לבין מטרותיה של IEEE. תקני ECMA מיועדים לפלס את הדרך בפני יצרנים ומשתמשים לפיתוחים טכניים חדשים, בעוד תקני IEEE באים לאפשר פעילות שוטפת תקינה וחופשית מתקלות.

**תקני ISOCCITT**

הפרוטוקולים לתקשורת בין רשתות צריכים להיות מבוססים על מודל ISO לרשתות פתוחות ועל המלצות CCITT, בפרט סדרת X ובתוכה X.25. על פי מודל ISO הקשר בין הרשתות מתבצע בכל רשת ע"י שכבה 3 – שכבת הרשת.

## סיכום

רשתות מקומיות הולכות ונעשות יותר נפוצות בשנות ה־80. הערך הכולל של רשתות מקומיות מותקנות על סוגיהן השונים יעלה, לפי התחזיות מסכום של כ־300 מיליון דולר ב־1982 לכ־3 מיליארד דולר ב־1990.
ייעוד הרשתות המקומיות הינו לאפשר מימשק בין כל תחנת מיחשוב מסוג כל שהוא לכל תחנת מיחשוב אחרת מסוג אחר כל שהוא. אם בתחילת העשור רוב הרשתות התבססו על כבלים שזורים או קואקסיילים, הרי שלקראת 1988 יירשו את מקומם הרשתות המבוססות על כבלי סיבים אופטיים, בעיקר כאשר רשתות אלא תשרתנה שימושים צבאיים או רשתות טלביזיה.



# תקשורת אופטית - מושגים בסיסיים

בשנים האחרונות, טכנולוגיית תקשורת בכבלים אופטיים תופסת יותר ויותר מקום בתחום התקשורת. מה שנזרע בעשור האחרון בתחום זה, יניב תוצאות בעשור הנוכחי. במאמרים הבאים בנושא תקשורת אופטית יובאו הסברים בסיסיים על מהות התקשורת האופטית, שלבי התפתחות בעבר, המצב הקיים, כיוונים בעתיד ויישומים.

## התפתחות היסטורית של תקשורת אופטית

מאז ומתמיד שימש האור כאמצעי תקשורת, כגון, איתות בעזרת אש.

היום יש עוד זכר לשיטות אלה, כמו איתות בדגלים מאניה לאניה, רמזורים לתחבורה, וכו׳.

כבר לפני 200 שנה, התחילו במאמצים כהעביר אותות אור למרחקים. לדוגמא, בצרפת, קלוד שפ בנה ב־1790 טלגרף אופטי; המערכת כללה שרשרת של מיגדלים, עם זרועות איתות נעות. המידע היה ניתן להעברה למרחק של 200 ק״מ בתוך 15 דקות. השיטה הזאת, נשארה בתוקף עד להופעת הטלגרף החשמלי. ב־1880, אלכסנדר גרהם בל האמריקאי, פיתח את ה׳פוטופון׳ שבאמצעותו ניתן היה להעביר דיבור בעזרת אור. לשיטה זאת לא נמצא שימוש מעשי בגלל ההשפעות השליליות של מזג האויר ושל קשר הראות (VISIBILITY) על איכות התמסורת.

הפיזיקאי האנגלי, ג׳ון טיינדל הציע ב־1870 פתרון לבעיה זאת, והוא להעביר במכוון את האור דרך זרם מים. הנסיונות שלו, התבססו על עיקרון של שבירה פנימית של קרן האור, עיקרון העומד בבסיס טכנולוגית התמסורת דרך סיבים אופטיים, גם היום.

האמריקאי נורמן ר. פרנץ׳, קיבל רק ב־1934, פטנט על טלפון אופטי והוא שילב את תוצאות הניסיונות של בל באיפנון של טיינדל, לכיוונון (GUIDANCE). בפטנט שלו, מוסבר איך אותות דיבור ניתנים להעברה דרך רשת כבלים אופטיים. לאחר 25 שנה נוספות, הופיע היישום הטכני, כשבפעם הראשונה השתמשו במשדר במקור אור מתאים.

חתני פרס נובל, ב־1958, פיתחו למטרה זאת את הלייזר והשימוש בו נעשה ב־1960 ע״י תיאודור היימן. ייצור הלייזרים, התחיל ב־1962 בעזרת מוליכים למחצה, ובו זמנית התחיל ייצור מקלטים מבוססי פוטודיודות (SEMICONDVCTOR PHOTODIODES). נותרה הבעיה של תיווך תמסורת מתאים.

ב־1966 ה. קאו וג׳ורג׳ א. באנגליה, השתמשו בסיבים אופטיים לכיוונון GUIDANCE של האור. עבור מרחקים קטנים, כמו ברפואה, כבר השתמשו בסיבים אופטיים, אבל עבור מרחקים גדולים, השימוש בהם היה עדיין בלתי אפשרי בגלל הניחות (ATTENUATION) הגדולה שלהם: 1000 DB/KM, בו בזמן שהיה צורך ב־20 DB/KM לכל היותר.

ב־1970 חברת CORNING GLASS WORK, יצרה סיבים אופטיים שהניחות שלהם לא עברה את 20 DB עבור סיבים בשיטת שבירה מדורגת של האור.

ב־1972, הצליחו לייצר סיב־אופטי בשיטת שבירה GRADED INDEX כשהניחות הגיעה ל־4DB/KM. היום, ניתן להשיג ניחות של 0.2DB/KM בסיב אופטי חד־אופני, באורך גל 1550 MM.

באותו הזמן, השתפרו גם המשדרים והמקלטים מבחינת ההספק, הרגישות ואורך החיים; השתפרו גם שיטות פיצול וקישור, כך שהתקשורת האופטית הגיעה לרמת יישום ללא בעיות.

לראשונה, כבלים אופטיים נכנסו בשימוש טלפוני למטרות צבאיות ב־1973, ע״י ארה״ב, על מספר אניות. לאחר 3 או 4 שנים, נעשו נסיונות ע״י חב׳ ׳בל׳ בשיקגו על כבל אופטי באורך 2.5 ק״מ וע״י גינרל טלפון בלונג־ביץ, על כבל של 9 ק״מ. חב׳ ׳סיקור׳ (SIECOR CORP) – חברה משותפת בין CORNING GLASS WORK ו־SIEMENS – סיפקה לראשונה, כבלים אופטיים חד־אופניים לחברות טלפון ב־1983.

## מספר תכונות של האור לצורכי התקשורת

כשמדובר באור, יש להתייחס לשלוש תכונות: פוטונים, גלים אלקטרו־מגנטיים וקרניים (RAYS). האור מהווה התפשטות של אנרגיה בעלת תכונות אלקטרו־מגנטיות והיא משודרת ונקלטת ע״י חלקיקים שיש בהם מיטען חשמלי.

חילופי האנרגיה יכולים להתבצע בין חלקיקים קרובים או מרוחקים; במיקרה האחרון ההתפשטות של האנרגיה מתבצעת בהפסדים הודות לתופעת ה׳ספיגה׳.

העין האנושית רגישה לאנרגיה זאת והיא שייכת לחלק הויזואלי של הספקטרום האלקטרומגנטי. המונח ׳אור׳ ספציפי לאופטיקה, בו בזמן שהספקטרום האלקטרומגנטי מכיל תדרים מהנמוכים ביותר עד לגבוהים ביותר: הספקטרום לתדרי רדיו, אינפרה־אדום, ספקטרום הראיה, האולטרה־סגול, קרני־X ו־גמה.
(ציור מס׳ 1)

ה׳פוטון׳ הוא חלקיק המוביל לאינטראקציה אלקטרומגנטית למרחקים של האור. תאוריית האור מבוססת על גלים אלקטרומגנטיים, ומאפשרת הגדרת האור בהתאם לתדר.

למרות זאת, נשאר ללא הסבר, שידור האור EMISSION. מקס פלנק הסביר את התופעה כתהליך לא ממושך, QUANTA, כשהאנרגיה ב־QUANTA היא יחסית לתדר וביסס נוסחה מתמטית בהתאם לתוצאות ניסיוניות. שתי תופעות נוספות: התופעה הפוטואלקטרית ותופעת COMPTON הוכיחו את קיום חלקיקי האנרגיה האורית. כשחלקיק כזה במיטען חשמלי שלילי פוגש חלקיק בעל מטען חיובי, שני החלקיקים נעלמים ובמקומם מופיעים שני פוטונים.

כל השינויים האלה מתנהגים לפי חוק שמירת המטען החשמלי, תנועה ואנרגיה.

האור מורכב מקרניים, תכונה שיש לה חשיבות רבה בתהליך השימוש של האור דרך סיבים אופטיים. לצורך זה, משתמשים בחומרים שקופים OPTICAL TRANSPARENCE שהם תווך פיזי, כמו האוויר, לדוגמא: הפוטון בתדר מסוים השייך לקרן אור, יכול להתפשט ללא החלפת אנרגיה עם התווך ונשאר בתוך הצרור. אם התווך הוא שקוף לגמרי, לכל הפוטונים בעלי אותו התדר, תהיה אותה תכונה. בתווך מאד הומוגני התפשטות האור היא בקו ישר. כשיש הבדלים בין שני תווכים הומוגניים סמוכים, תתקיים הישברות (REFRACTION) בזמן העברת קרני האור. כמו כן, תופעת ההשתקפות REFLEXION ובעיקר ההשתקפות הפנימית הכוללת הנוצרת בזמן העברת קרני אור דרך תווך שמקדם השבירה שלו $N_1$ גדול יותר ממקדם השבירה של התווך $N_2$ הנמצא סביבו, מהווה גורם חשוב ביותר בתקשורת האופטית.

בעת העברת קרני האור דרך תווך שקוף (סיב אופטי), יש הפסד בהספק. קיימת גם תופעת ׳הנפיצות׳ DISPERSION וכו׳ שצריכים לקחת בחשבון במערכת תקשורת אופטית.

כשאור מכוכב נופל על פני כדור הארץ, הקרניים הן כמעט מקבילות והספק האור כמעט שווה בכל מקום קליטה. אבל, כשמדובר במרחקים קטנים, התפשטות האור, ממקור כלשהו דרך תווך שקוף ופתוח, הדברים

שונים: קרני האור מתפלגות ובגלל זה ההספק הניקלט תלוי במרחק: ההספק הולך וקטן עם המרחק, כיוון שפחות קרניים נכנסות למקום הקליטה.

לסיבים אופטיים יש תכונה המאפשרת כיוונון קרני האור ומניעת התפלגותם. בזה מקטינים בהרבה את השפעת המרחק על הקטנת ההספק, כך שקולטים בסוף הסיב האופטי את ההספק האורי ואין חשיבות כה גדולה למרחק.

יחד עם זאת, יש צורך בציוד מיוחד המא־פשר הכנסת אור, כך שייכנס כמה שיותר בשלמות לתוך הסיב האופטי וביציאה ממנו לקלוט האותות, בהספק מקסימלי: הציוד הוא לייזר או משדר אור במוליכים למחצה, כמו דיודאו יותר מכך, דרך אותו הסיב האופ־טי, ניתן להעביר בו־זמנית מספר אותות ממקורות שונות ומאופננים ולפצל אותם בקליטה; השיטה ידועה בשם ריבוב. אחד היתרונות החשובים של תקשורת אופטית, מהווה העובדה שכמות המידע העוברת דרך גלים אלקטרומגנטיים תלויה בתדר של הגל ומכיוון שתדרי גלי אור הם פי $10^4$ עד $10^5$ גדולים מתדרי גלי רדיו, כמות המידע שניתן להעביר גדולה ב־4 או 5 סידרי גודל מגלי רדיו.

יתר על כן, הודות לטכנולוגיות מתקדמות המאפשרות סילוק טיפות המים ושאריות מתכתיות מתוך ההרכב של הסיב־אופטי, דבר המוביל להקטנת הניחות בהעברת האור.

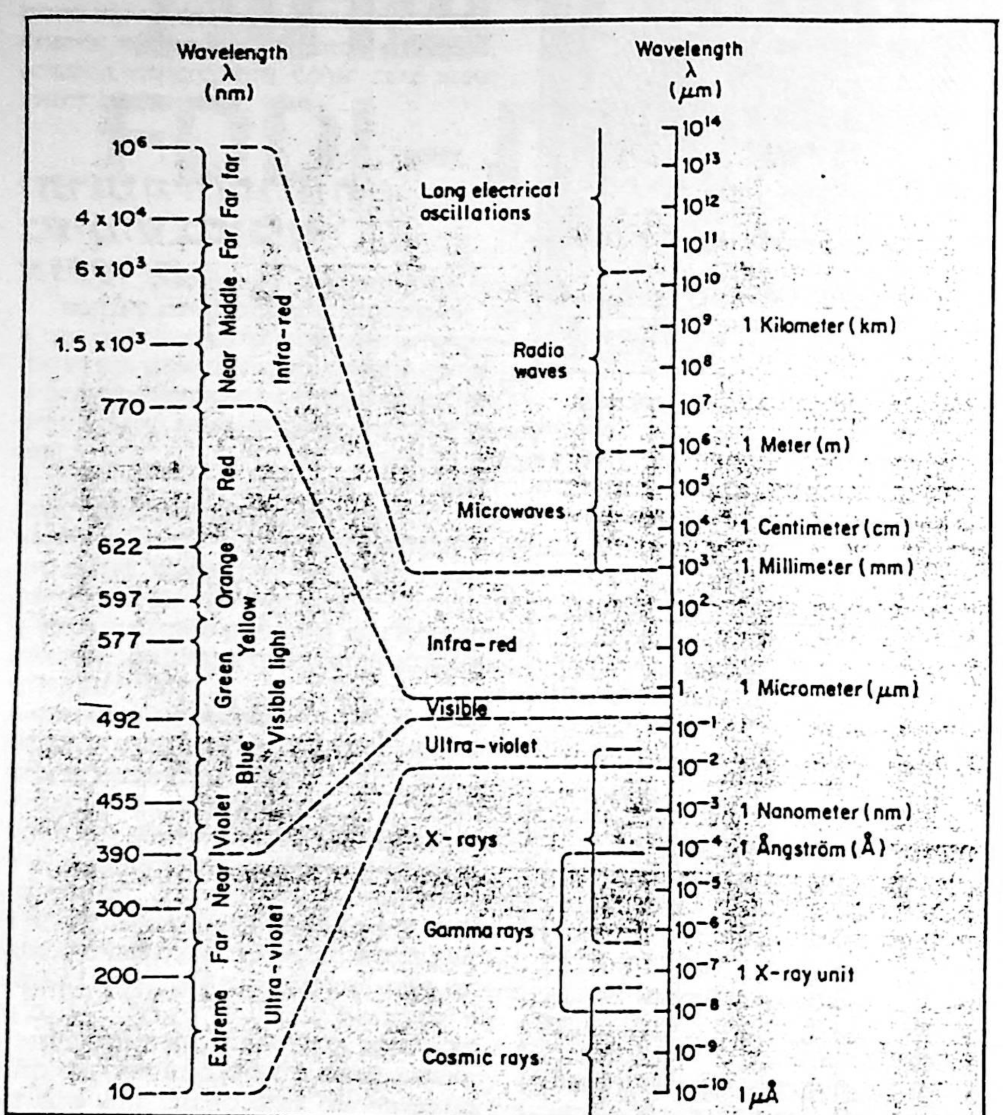
היום, סיבים אופטיים מבוססי סיליקה מיוצרים כך שמהם מכילים בתוכם כמות קטנה מאד של יונים ובגלל זה מבטיחים ניחות של 0.25 DB/KM באורך גל 1.3UM פלסטיק ואפילו יותר. הסיב האופטי מורכב מליבת זכוכית או פלסטיק עם מקדם שבירה N1, שהוא יותר גדול ממקדם השבירה N2 של העטיפה שסביבו (CLADDING) וסביבם נמצאת עטיפה אטומה (ציור מס׳ 2).

ניתן להבחין בין שלושה סוגים של סיבים אופטיים, בהתאם לצורת התפשטות האור בתוכם ומקדם השבירה:

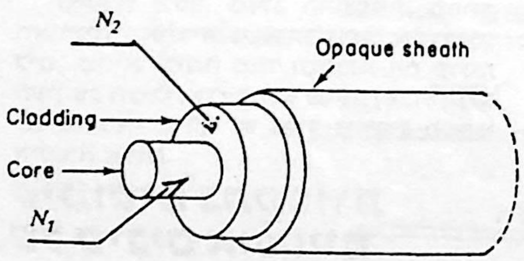
1. מקדם מדורג רב־אופיני.
2. מקדם מדורג חד־אופיני.
3. מקדם משתנה, רב־אופיני.
(ציור מס׳ 3)

ההרכב והתיאור של הזכוכית SIO2 שממנו מורכבת הליבה, מאפשרים שימוש באורכי גל בים 0.8 ל־0.9 מיקרומטר וגם בין 1 ל־1.6 מיקרומטר, בהתאם להשארת ה־SIO2 עם בו־רון B2-O3 או גרמניום GEO2, או במיקרה האח־רון עם פוספורוס P2O5.

בדרך כלל, משתמשים באורכי גל 0.85PM עבור סיבים בעלי מקדם שבירה מדורג ורב־אופיני וב־1.3 PM (ולאחרונה 1.55 PM) עבור




ציור מס׳ 1 – הספקטרום האלקטרו־מגנטי




ציור מס׳ 2 – מיבנה של סיב אופטי

סיבים בעלי מקדם שבירה משתנה ועבור סיב עם מקדם שבירה מדורג חד־אופיני.

הניחות משתנה גם עם המרחק שבו מעבי־רים אותות דרך סיב האופטי וזה קורה בגלל מספר סיבות שביניהם:

החומר האופטי עצמו והחלקיקים הבלתי טהורים שבו, בריחת קרני האור בגלל עקומת השיכבה הסובבת את הליבה, וכו׳.

כשמדובר בתמסורת נתונים, יש להתייחס גם לקיבול הערוץ או רוחב־סרט, הנימדד בסל״ש או בחריץ להעברה אנלוגית.

גם הנתון הזה מושפע ע״י סוג הסיב האופ־טי. להעברה סיפרתית של אותות דרך סיבים אופטיים, ניתן להבחין ב: משדר, ערוץ תקשו־

רת ומקלט (ציור מס׳ 4). המרחק ורוחב הסרט הנדרש לתמסורת, מושפעים ע״י הסיב. להגדלת המרחק אפשר להשתמש במשחזרים; ולהגדלת הקיבול, ניתן לבחור בסיב אופטי באורך גל גבוה יותר.

## יתרונות וחסרונות בשימוש בסיבים אופטיים

יתרונות בשימוש בסיבים אופטיים:

- קצב העברת הנתונים גבוהה מאד. הסיבים האופטיים מתאימים מאד להעברת נתונים סיפרתיים והקצבים הם בתחומים של מיליוני סיביות לשניה MBIT/S עד לאלפי מיליוני סל״ש GBIT/S.
- העובי של הכבל, קטן מאד והוא נמדד במילימטרים וגם המשקל מאד נמוך.
- הסיבים האופטיים ניתנים להשחלה במרחקים גדולים, ללא צורך לשיחזור האותות עבור עשרות ק״מ (40 ק״מ ויותר).
- עמידות נגד רעשים והשראה על התקשורת האופטית, כיוון שקרן האור המוביל את הנתונים, סגורה בסיב.
- התקשורת האופטית בטוחה מאד. אי אפשר לקלוט נתונים המועברים דרך הסיב, אלה אם שוברים את הסיב האופטי, דבר הניתן לגילוי.
- מבחינת בטיחות, בתקשורת אופטית אין סכנות של התחשמלות, קצר או הארקה.
- יש אפשרות להגדיל את קיבול התמסורת על רשת קיימת, בהכנסת ריבוב (MULTIPLEXING).
- מבחינת עלות, המחירים הם סבירים ביותר ונמצאים בקו ירידה. יש הערכה שעלות העברת 100 ערוצי טלויזיה, תעלה 75 דולר לכל ק״מ.

בין החסרונות, אפשר לציין, את אי יכולתם של הסיבים האופטיים להעביר הספק, כך שיש צורך להכניס בדרך משחזר אותות; יחד עם זאת, צריך לדאוג לספק כח מקומי, או להכניס כבל נוסף להעברת חשמל.

חיסרון נוסף, בשלב ההתקנות, מהווה האנרגיה האוירית בקצבות הסיב או בפיצולים, שהיא גבוהה מאד ומסכנת את קרנית העין של העובד. כדי למנוע פגיעה (שבדרך כלל לא מורגשת מיד), יש צורך להרכיב משקפי אינפרא־אדום.

## שימושים בתקשורת של סיבים אופטיים

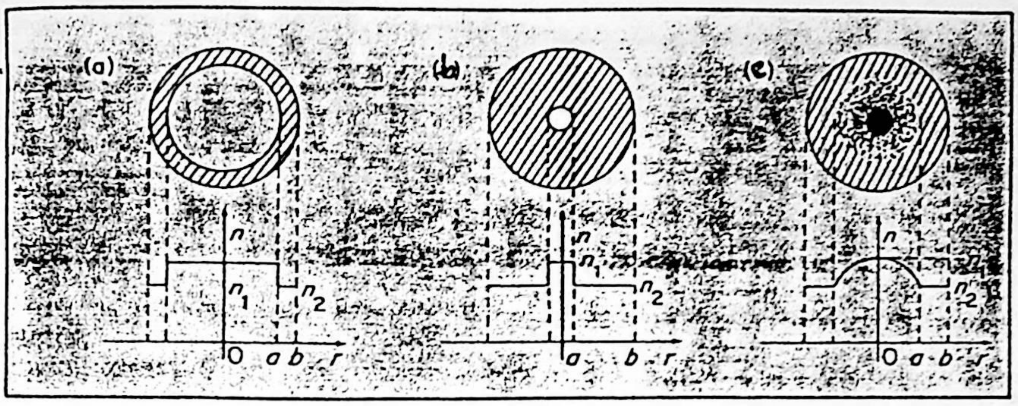
תקשורת אופטית, מתאימה באופן מיוחד לקשר נל״ן (נקודה לנקודה) להעברת אותות, בין שני מרכזי תקשורת. יש אפשרות תמסורת אנלוגית וגם ספרתית. האיפנון הסיפרתי מבוסס בעיקר בשיטה הבינרית, כשהאות של האור מייצג את ה־1 וחוסר האור את הסימול 0, לדוגמה.

כשיש צורך להגדיל את קיבול התמסורת ברשת כבלים מתכתיים קיימת, אפשר לעשות זאת באמצעות החלפתם בסיבים אופטיים, המאפשרים הגדלת הקיבול בין פי 10 עד 50. גם מספר המשחזרים יורד בהרבה, (כמעט 20 פעם פחות).

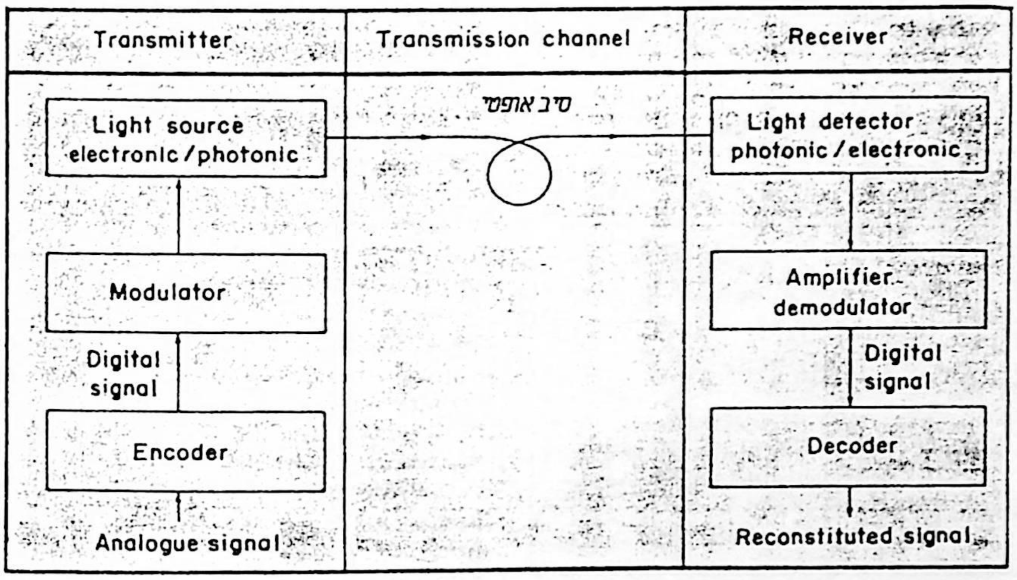
כבלים תת־ימיים מתכתיים, כבר מהווים מזמן מתחרה לתקשורת לווינית. כבלים אופטיים תת־ימיים, להעברת נתונים למרחקים גדולים מאד, תופסים יותר ויותר מקום, וזאת במקום תקשורת לווינית או גיבוי, דרך המאפשר העברה בו־זמנית של דיבור, נתונים, ווידיאו.

הנושא הזה, יהיה נושא הכתבה הבאה.

השימוש בסיבים אופטיים, נעשה שכיח יותר ויותר גם במרחקים קצרים, בתקשורת מקומית, בעיקר באזורים הנמצאים בהשפעת רעש אלקטרומגנטי, בבתי חולים גדולים, מלונות, לקשר בין הסניף הראשי של הבנק לסניפים השונים, ברשתות טלויזיה בכבלים, בקשר בין מרכזיות טלפון בתוך העיר ובין־עירוני, וכו׳.. בעתיד יגיעו גם עד לבית המנוי בסיבים אופטיים ובזה יווצר צינור משותף לכל התקשורת המגיעה לבית המנוי: טלפון, טלויזיה, מחשב, וכו׳..




ציור מס׳ 3 – חתך בשלושת סוגי סיבים אופטיים: Q ו־B, הם בעלי מקדם מדורג A רב־אופיני וחד־אופיני B. C הוא סיב אופטי עם מקדם שבירה משתנה, רב־אופיני.




ציור מס׳ 4 – דוגמה של תקשורת אופטי סיפרתית

# סיבים אופטיים ורשתות תקשורת מקומיות – FDDI

## *סיבים אופטיים ורשתות תקשורת מקומיות – FDDI*

רת־מים – רשתות תקשורת מקומיות התחילו להתפתח, מסוף שנות ה־60 וקבלו תנופה הודות לשני פיתוחים:

א. הופעת שיטת מיתוג־מנות;

ב. רשת רדיו מקומית הפועלת במנות ונקראת ALOHA.

הבעיה של רשת התקשורת המקומית ALO-HA, היא בעיית התחברות של מספר מסופים מבוזרים באיזור גיאוגרפי, למחשב מרכזי, והיא ניתנת לפתרון באמצעות גלי רדיו.

הרשת הזאת הנקראת 'גישה אקראית' (RANDOM ACCESS), מבזבזת הרבה מיכולת רוחב הסרט העומד לרשות התקשורת. כדי לשפר את ביצועי הרשת, הופיעו שיטות שונות של גישת המחשבים והמסופים לרשת, וכך נולדה רשת התקשורת המקומית הראשונה, מבוססת כבל קואקסיאלי הנקראת 'ETHE-RNET'. חב' EXROX התקינה לראשונה רשת כזאת, ב־PAULO ALTO RESEARCH CENTER, בסוף שנות ה־60, כדי לחבר מסופים חכמים, תחנות עבודה ושרתים מומחים, לרשת תקשורת מקומית; כך נהפכו הרת־מים לחלק בלתי נפרד ממשרד הממוחשב.

במאמר מתוארות רשתות תקשורת מקומיות בכלל, ובפרט – רת־מים מבוססי סיבים אופטיים (FDDI).

מסוגים שונים (מדפסות, פקסימיליות, רובר־טים, מחשבים אישיים, וכו'), הנמצאים בבניין אחד או בקמפוס, או במכלול (COMP-LEX של בניינים השייכים לאותו הארגון.

ניתן לחבר רשתות תקשורת מקומיות במרחק של עד ל־10 ק"מ. לרת־מים יש מספר תכונות משותפות:

ימינה

- תווך תמסורת (TRANSMISSION MEDIUM) משותף בין תחנות העבודה המחוברות לרשת;
- פרוטוקול מבוזר שהוא הפרוטוקול לגישה לרשת, המבקר והמפקח על גישת המשתמשים לרשת במטרה למנוע שידורים בו־זמניים, או מאפשר התאוששות במקרה של התנגשות בשידור.
- לכל תחנת עבודה יש מתאם לרשת, המנהל את פרוטוקול הגישה, מאחסן נתונים (DATA BUFFERS) והוא גם ממשק למעבד התחנה.
- המיתוג הוא בשיטת 'מנות' (PACKET SWITC-HING), המאפשר לבלוקים של נתונים לקבל את כתובת היעד, ומסירת בלוק הנתונים למשתמש היעד.

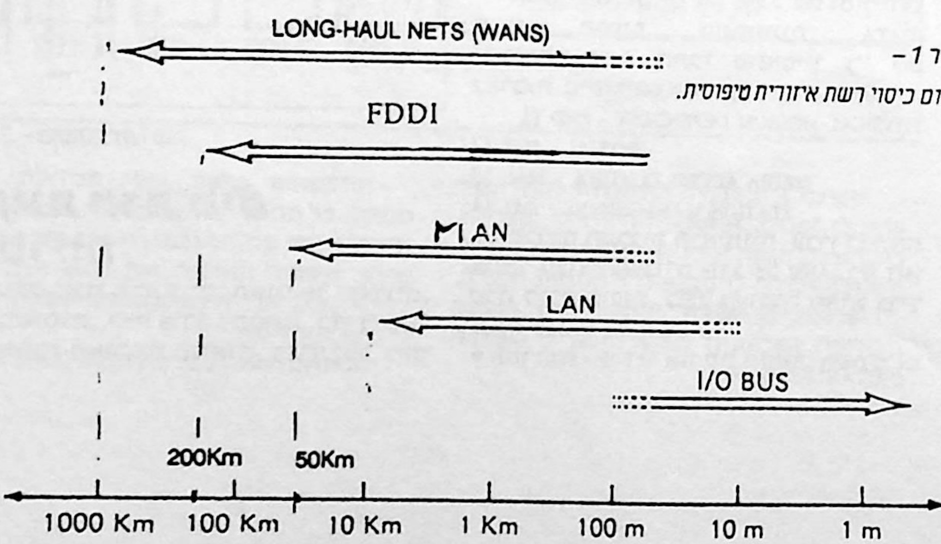
הרת־מים ניתנים לסיווג על פי מספר תכו־נות:

**תווך תמסורת:**

- כבל קואקסיאלי
- זוגות שזורים
- סיבים אופטיים

**שיטות איפנון**

- תמסורת בפס־בסיסי




ציור 1 –
*חתום כיסוי רשת איזורית טיפוסית.*

## *רת"מ – הגדרה וסיווג (CLASSIFICATION).*

הרת־מים הן רשתות תקשורת פרטיות המקשרות בין מחשבים וציוד היקפי חכם

- תמסורת בפס־רחב מאופנן ע"י תדרי נושאים ('CARRIER MODULATED')

**טופולוגיה (מבחינת חיווט)**

- קו צבירה (TREE OF BUSES. BUS)
- טבעת

• כוכב או כוכבים מקושרים

**טופולוגיה (מבחינה לוגית)**

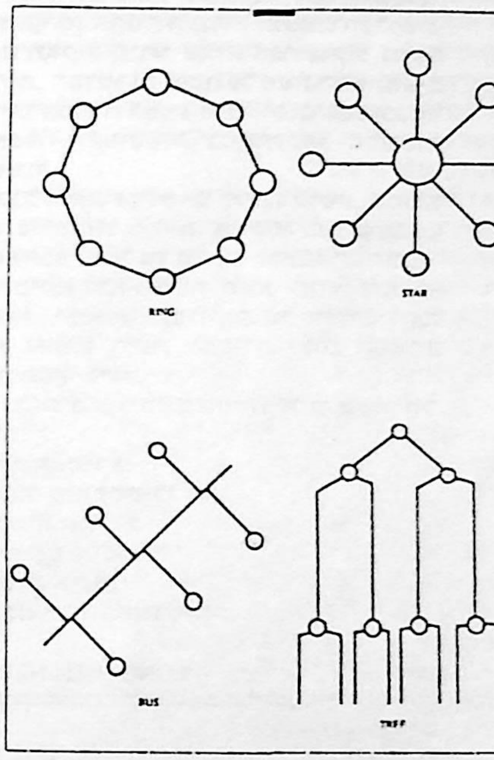
• קו צבירה (BUS) (ועץ של קוי צבירה)
• טבעת
• כוכב

## שיטות גישה לרשת

• גישה אקראית (RANDOM ACCESS) המיועדת לטופולוגיה של קו צבירה.
• גישה בעזרת אסימון (TOKEN PASSING); שיטה זו מיועדת גם לטופולוגיה של קו צבירה וגם לטבעת ונקראת קו־צבירה־אסימון וטבעת־אסימון.

שיטות נוספות, כגון: טבעת־מפוצלת (SLOTTED RING), וכו׳.

מבחינת תווך תמסורת, ניתן לסווג את הרשתות בהתאם לסוג התווך, טופולוגיה של טבעת וטופולוגיה של קו־צבירה.




*ציור 2 – טופולוגיות רשת*

## תקינת הרת״מים ומטרתה

בגלל ריבוי הרת״מים, השוני של היצרנים, ושל השיטות, היה צורך בתקינה, כדי לאפשר התפתחות מאורגנת ותיאום. בדרך כלל, ניתן לתאר את פרוטוקולי רשתות התקשורת במושגים של שבע־שכבות (SEVEN-LAYER) בהתאם למודל הייחוס לרשתות פתוחות של הארגון הבינלאומי לתקינה (OSI - ISO). מודל זה נותן תאור של קשר קצה לקצה ברשת תקשורת.

במקביל, פיתח ארגון מהנדסי החשמל והאלקטרוניקה (IEEE) בקבוצת העבודה מס׳ 802, תקנים עבור רשתות תקשורת מקומיות ואזוריות (METROPOLITAN) וגם עבור שילוב שירותים ברשתות סיפרתיות (ISDN), וכו׳.

מספר סטנדרטים של IEEE מתאימים למודל הייחוס של הרשתות הפתוחות (OSI) ובעיקר לשכבה הראשונה – הפיזית, ולשכבה השנייה – נתונים, כך שניתן לבצע אינטגרציה של רשתות תקשורת מקומיות במערכות תקשורת פתוחות – ISO - OSI.

כמו־כן, התקן של IEEE-802.5, קובע את השימוש בסיבים אופטיים ברשתות תקשורת מקומיות ואזוריות, כדי לספק את הדרישות להעברת כמות גדולה של נתונים, בקצב גבוה.

כך, תקן IEEE-802.5 מיועד לטבעת אסימון והוא מאפשר העברת נתונים במהירויות שבין 1MB/S עד ל־4MB/S, עבור זוג חוטים שזורים ושימוש בקידוד דיפרנציאלי MANCHESTER.

ליבמ יש גירסה חדשה של טבעת אסימון, דרך רשת תקשורת מקומית מבוססת סיבים אופטיים, המאפשרת עד ל־16MB/S (לעומת 4MB/S דרך זוג חוטים שזורים).

המכון האמריקאי לתקינה (ANSI) קבע תקן הנקרא FDDI עבור רשת תקשורת מקומית, בטבעת אסימון מבוססת סיב־אופטי המאפשרת העברת נתונים בקצב של 100MB/S.

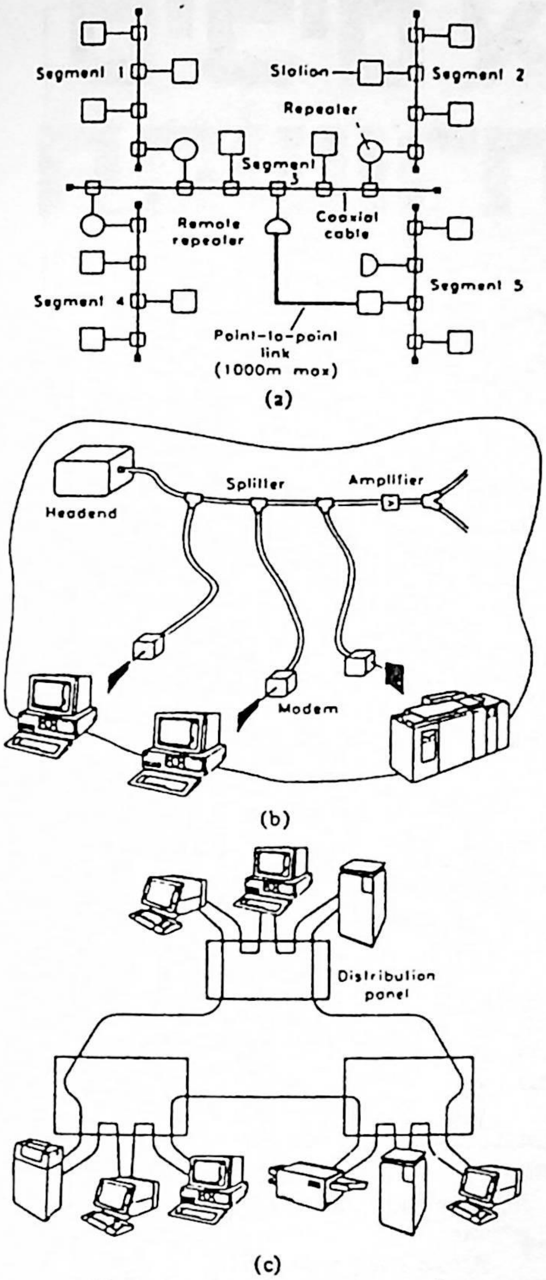
בשלב ראשון ה־FDDI היה מיועד להעברת נתונים במיתוג מנותב בקצב גבוה בין מעבדים; אח״כ השימוש היה עבור התקשרות בין רשתות תקשורת מקומיות במהירויות נמוכות יותר, למשל, מסוג IEEE-802.3, 802.4, 802.5; כיום בשלבי פיתוח נמצא FDDI-II, עבור תקשורת סינכרונית בזמן אמת, כמו העברת דיבור.

התקן FDDI תואם את מודל OSI ומתייחס לשתי הרמות התחתונות (DATA LINK+PHYSICAL). התקן מתאפיין ע״י ISO בארבעה מישורים:

1) PHYSICAL MEDIUM DEPENDENT - PMD
2) PHYSIAL - PHY
3) MEDIA ACCESS CONTROL - MAC
4) STATION MANAGEMENT - SMT

שלושת השכבות הראשונות, עברו כבר את אישור קבוצת העבודה X3T9 של ANSI. רק SMT טרם סוכם סופית, בגלל העובדה שהוא צריך לנהל שכבות רבות.

• תקן PMD – מגדיר את סוג הקשר, חשמלי או אופטי וסוג האופטיקה: אורך הגל (MANO-METER) 1300MM, סיב אופטי 62.5/125 מיקרון, הפסד אופטי מירבי המותר בין תחנות 11DB, קצב שגיאות מירבי $10^{-12}$, וכו׳.
• תקן PHY – מגדיר את צורת הקידוד של המידע המועבר ברשת, צורת שיחזור הסיגנל בתחנה, הגדרת סוגי PHY שונים, וכו׳.




*ציור 3 – רת״מ טיפוסית. (1) ETHERNET (2) אפיק פס רחב (3) טבעת אסימון*

תקן MAC – מגדיר את מבנה ה׳אסימון׳ ואופן ניהולו, מבנה המסגרת המשודרת ואורך כל שדה בה, צורת קידוד הכתובות, האורך המירבי לכל מסגרת (תווים 4500)וכו׳.

תקן SMT – מנהל את צורת התקשרות תחנה לרשת באופן פיזי ובאופן לוגי ותהליך התאוששות מתקלה פיזית.

תקן FDDI מגביל את מספר החיבורים הפיזיים ל־1000 (זאת אומרת 500 תחנות), המרחק המקסימלי הוא 200 ק״מ, כשהמרחק בין שני תחנות סמוכות יכול להיות עד 2 ק״מ.

## (FIBER DISTRIBUTED DATE INTERFACE) F.D.D.I

ה־FDDI, כפי שכבר הוסבר, מאפשר העברת נתונים בקצב של עד 100 מיליוני סל״ש (MB/S), באמצעות כבל אופטי. הכבל האופטי מבטיח רוחב סרט גדול למרחקים גדולים, דבר המאפשר העברה בזמן אמת של נתונים בקצב גבוה. הוא חסין להשפעות אלקטרומגנטיות חיצוניות, דבר הנותן לו עדיפות בעיקר בסביבת ייצור. לכבל יש קטר קטן, כך שהוא שתופס מעט מקום.

חסרונות רבים שהיו לסיבים אופטיים, נעלמו, בגלל ההשקעות במחקר שבסופו של דבר הוכיחו את עצמם ככדאיות: הורדת ההפסדים בהספק בנקודות חיבור (מפצלים)־ וכו׳.

פרוטוקול הגישה לתווך, של המשתמשים, מבוסס בטבעת אסימון דומה ל־IEEE 802.5 סטנדרט, אבל במספר הבדלים:

כדי לנצל היטב את הקיבול של הערוץ האופטי 100 MB/S משתמשים ברב־אסימונים (לא רק באסימון אחד), זאת אומרת, שהתחנה שגמרה לשדר משחררת אסימון פנוי.

ה־FDDI משתמש בבסיס זמן לקביעת העדיפויות (להבדיל מהשיטה של 'RESERVATION' הנותנת כמויות שונות של עדיפויות).

ה־FDDI משתמש בקידוד ב׳בלוקים׳ (BLOCK-CODE) במקום קידוד MANCHESTER וכו׳.

בדומה לתקן קו צבירה באסימון (IEEE 802.4), ה־FDDI משתמש בפרוטוקול גישה לתווך באסימון המסתובב, על בסיס זמן. בפרוטוקול כזה, כל תחנה מודדת את הזמן מהרגע שהתקבל אסימון פנוי.

שני שירותים ניתן לקבל דרך FDDI:

- סינכרוני
- אסינכרוני

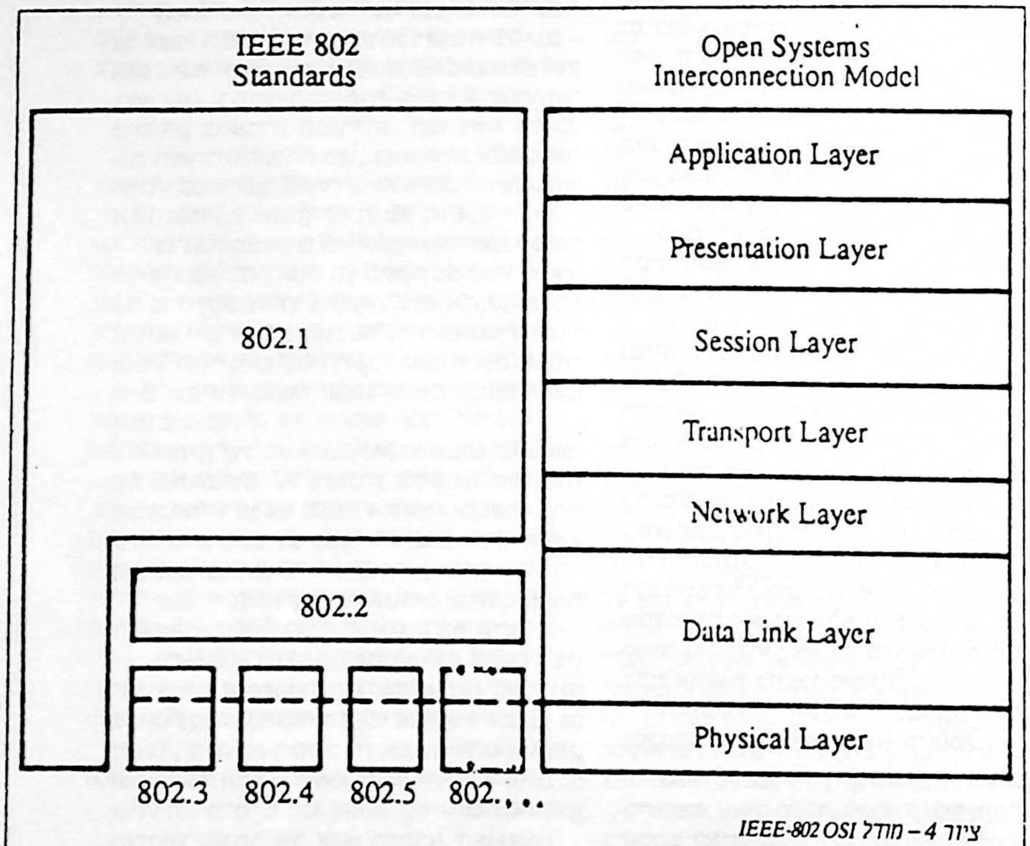
טבעת FDDI יכולה להיות מורכבת משתי טבעות אמצעיות בכיוונים הפוכים אחת מול השנייה, טבעת ראשית וטבעת משנית.

ניתן להבחין בשתי קבוצות של צמתים: קבוצה A וקבוצה B.

**Table 1.**
**LAN Transmission Media**

| Transmission Medium | Ring Topology Data Rate (Mb/s) | Ring Topology Distance (km)* | Bus Topology Data Rate (Mb/s) | Bus Topology Distance (km) |
|---|---|---|---|---|
| Unshielded Twisted Pair | 4 | 0.1 | — | — |
| Shielded Twisted Pair | 16 | 0.3 | 1–2 | <2 |
| Baseband Coaxial Cable | 16 | 1.0 | <50 (Typical 10) | <3 |
| Broadband Coaxial Cable | — | — | 500 | <30 |
| Optical Fiber | 100 | 2.0 | 10 | <1 |

*Distance between repeaters.




ציור 4 – מודל IEEE-802 OSI

קבוצה A מאפשרת התחברות לשתי הטבעות בו זמנית. ההשקעה בחומרה מוצדקת, כיוון שאם טבעת אחת לא עובדת בגלל תקלה, הפעולה יכולה להתבצע דרך הטבעת השניה.

קבוצה B, יכולה להתחבר רק לטבעת הראשית באמצעות מאגד חיבורים (WIRING CONCENTRATOR).

התקשורת ברשת FDDI מנוהלת בצורה הבאה: כל תחנה היושבת ברשת מצפה לקבלת אסימון, עם קבלתו ובמידה ויש צורך בשידור מידע, תשמור התוכנה את האסימון, תשדר לקו את המידע הדרוש ועם גמר השידור תשחרר את האסימון.

כל תחנה אחרת ברשת תקלוט את המידע,

תשדר אותו ותעביר הלאה לתחנה הבאה בטבעת, עד שיגיע לתחנת היעד, שבודקת [illegible] את המידע. בשלב זה ייפסק השידור [illegible] של המידע.

## התפתחויות ב־FDDI

בכדי ש-X3T9.5 (AMERICAN NATIONAL ANSI STANDARDS INSTITUTE) היה אמור לסיים את החלק המסובך ביותר של תקן FDDI – [illegible] (STATION MANAGEMENT – [illegible] TECHNOLOGY (SMT) [illegible] שונים [illegible] מוצרי FDDI לפני [illegible] הרשמית. יצרנים גדולים, כמו יבם, די.אי.סי, ממשיכים בפיתוח, כדי לצאת עם מוצר מוגמר.

לאחרונה, [illegible] שני ענקים אלה [illegible] FDDI המאפשר התחברות רשתות של יבם – SNA - SYSTEMS NETWORK ARCHITECTURE ושל DEC, במקביל לפיתוח מוצרי FDDI [illegible] רק ברשתות [illegible], הפרטיות שלהם. את הארכיטקטורה הזו, באמצעות FDDI [illegible] יבם ו-DEC [illegible] של SNA.

[illegible] על הרשת FDDI [illegible] יבם ו-DEC, [illegible] (PLUS). [illegible] מוצרי FDDI הקיימים כבר היום. יבם ו-DEC [illegible] מוצרי FDDI [illegible] מוצרי LAN המקובלים.

התקן של SNA עבור FDDI [illegible] של רשתות התקשורת [illegible] מסוג איתרנט או טבעת אסימון [illegible] DEC ויבם. אך IEEE [illegible] את הנושא, כדי לאפשר את ההתחברות.

יבם ו-DEC הם שני הענקים [illegible] את הרשת FDDI [illegible] של רת"מים.

גם חברת 3COM [illegible] הרשת FDDI, בין [illegible] FDDI [illegible] בין FDDI [illegible] איתרנט עם [illegible] – [illegible] FDDI [illegible] של IEEE הנקרא 10BASE-T).

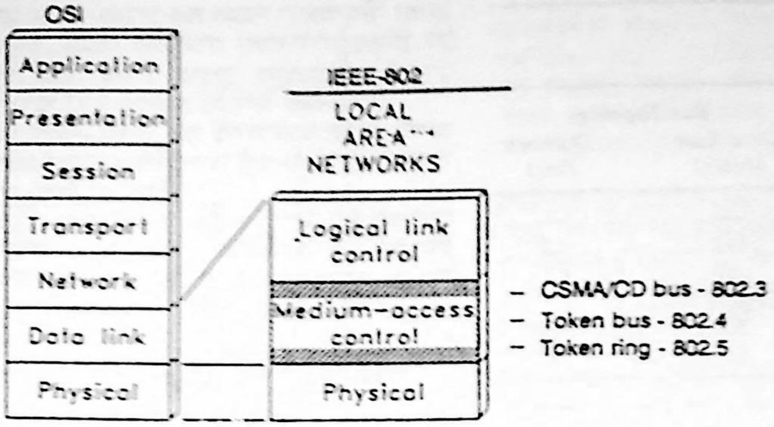
3COM [illegible] את מוצריה באירופה, יפן, אוסטרליה, [illegible] [illegible].

במילנו – [illegible] שירותים [illegible] FDDI. [illegible] שירות ציבורי עבור משתמשים [illegible]. [illegible] FDDI, [illegible] את התקן [illegible] רשת ציבורית.

[illegible] במילנו [illegible] הוא [illegible] שלוש [illegible] של המשתמשים [illegible].

[illegible] FDDI [illegible] של [illegible], [illegible] עבור משתמשים עסקיים [illegible] בין רשתות התקשורת אזוריות [illegible] בין 1.5 מגסל"ש ו-45 מגסל"ש).

[illegible] הראשון [illegible] ברשת [illegible] של 3 ק"מ [illegible].




*ציור 5 – מודל הסטנדרטים של רת"מים*

בסיבים אופטיים (48 סיבים), הנקראת CITY NET; הרשת נותנת שני סוגי שירותים: העברת נתונים ודיבור בקיבול גדול וקשר בין רת"מים.

במבנים החדשים, משחילים לכל בית תעשייה גם של חוטי נחושת וגם של סיבים אופטיים. באזורי התעשייה ועסקים, משחילים כמה שיותר טבעות אופטיות.

כיום, יש כבר חמשה משתמשים גדולים המשתמשים ברשת FDDI לצורכי דואר אלקטרוני ולהעברת קבצים במהירויות גדולות.

בצרפת – נמצאת בשלבי בנייה רשת FDDI ניסיונית, כדי לבדוק אם הטכנולוגיה הזאת מסוגלת לתמוך ברשת אזורית ולאומית המשרתת את הקהילה המדעית, ועל מנת למנוע צוואר בקבוק ברשתות איתרנט.

בניית רשת לאומית FDDI בצרפת, יכולה להוכיח שהרשת FDDI מסוגלת לפתור את בעיית הפקק בהעברת נתונים בקצב גבוה. המשתתפים בניסוי הם ARISTOTE, ארגון המורכב ממשלת צרפת, התעשייה, מוסדות מחקר אקדמאים ומשרד הלאומי לנתונים. המחקר נעשה כדי לבחון את כל האפשרויות וכדי לא לבנות עריצות לייצרן מסויים.

התוצאות יישלחו למשרד למחקר ולטכנולוגיה שיחליט בנושא הרשת FDDI.

החברות בארגון ARISTOTE כבר משתמשות ברשתות FDDI כשלד לקישור בין הרת"מים שלהם לאיתרנט.

גם עבור קשר טווח ארוך, צרפת הקצתה ערוץ עבור התקיימות ברשת FDDI בטכנולוגיות של TRANSPAC. טבעת אסימון בקווים מיועדים במהירויות בין 64 אלפי סל"ש עד ל-2 מגסל"ש ומאפשר קשר טווח ארוך קצה לקצה.

קבוצת המחקר מקווה שעד יאושר שנה הבאה, יהיה להם קו בו מחיר מאוד המחבר את שני צדי הרשת FDDI שבניסוי.

בהונג קונג – משמשת FDDI כרשת בקמפוס הפוליטכני. ערך הפרוייקט הוא כ-700 אלף דולר. קוטר הרשת הוא 3 ק"מ והיא מחבר מספר מרכזי מידע ורשתות איתרנט (יותר מ-20 רשתות). מתוכננים גם העברת נתונים, שירותי וידאו וגרפיקה. הציוד הוא מתוצרת [illegible].

האוניברסיטה החדשה למדע וטכנולוגיה בהונג קונג מתכננת התקנת רשת FDDI לקמפוס עם פתיחת השנה.

בישראל – חברת [illegible] המשתמשת כראשונה בתקן FDDI במשפחת מוצרי [illegible], אשר זכו להיות המוצר המובחר של שנת 1989.

## סיכום

FDDI היא ככל הנראה השלד השקוף ביותר והיעיל ביותר עבור רשתות, למרחק שמעל 10 ק"מ ובמהירות של יותר מ-10 מיליוני סל"ש.

נראה שהיישום של הרשת FDDI הוא לא רק באמצעות סיבים אופטיים, אלא גם בכבלי נחושת.

חברת PROTEON מייצרת PRONET-80 המעביר נתונים בקצב של 80 מסל"ש דרך אוגות שזורים של חוטי נחושת בלתי מסוככים. גם חברות אחרות טוענות שהן יכולות ליצר FDDI עד 100 מסל"ש, דרך אוגות שזורים של חוטי נחושת.

לאחרונה, גם DEC הודיעה על הצלחתה של FDDI בהעברות דרך זוג חוטי נחושת, בקצב של 100 מסל"ש. קבוצת העבודה X3T9.5 של ANSI מצפה שיותר ויותר חברות יצטרפו לפיתוח הרשת FDDI (דרך אוגות חוטי נחושת), על מנת להוריד את המחיר לעלויות המצריכות שימוש בבניינים מורכבים וזאת כשלד לחיבור בין רשתות התקשרות מקומיות, מסוג איתרנט או טבעת אסימון. יש שמועות שגם חברות כמו: היולט-פקרד, [illegible] יקימו את נסיונותיהם עוד בשנה זו. התקן הצפוי בעוד כשנה, יצטרך לקחת בחשבון את שתי האפשרויות: אוגות חוטי נחושת שזורים מסוככים ובלתי מסוככים. ■

# סיב אופטי עד לבית המנוי

'מלחמת המייל האחרון' היא מלחמת כיבוש הכניסה לבית המנוי.

התחרות היא בין נותני שירותי תקשורת שונים – טלפון וטלוויזיה בכבלים – כל־אחד מהם יכול לתת את כל השירותים בעזרת הסיב־האופטי .

כבל הנחושת (או אלומיניום) מסוגל להע־ביר דיבור, נתונים וטלוויזיה, אבל כיוון שרשת הטלפון התפתחה קודם לטלוויזיה בכבלים (טל"כ), כל אחד מנותני השירות נכנס לבית המנוי בכבל נפרד.

לסיב־אופטי יש אפשרות הרבה יותר רחבה להעביר את המידע (דיבור, נתונים, טלוויזיה), בהשוואה למתכת, בגלל רוחב־הסרט העומד לרשותו ובגלל שיטות המיתוג המתפתחות לאחרונה.

גם מבחינה כלכלית, נעשה כדאי יותר ויותר השימוש בסיב־אופטי, להבדיל משנות ה־80' המאוחרות, כשעוד היה ספק בכדאיות הכלכלית.

הכנסת הסיב־האופטי לבית המנוי, מה־ווה בעיקר בעייה פוליטית ומדינית ולא טכנית, או כלכלית.

במדינות כמו יפן, גרמניה, צרפת, בונים רשתות מבוססות סיבים אופטיים עד לבית המנוי, המאפשרות לכל שירותי המידע להגיע ביחד; יש ארצות, כמו ארה"ב, ישראל, וכו' שהמידע לבית המנוי מגיע בנפרד.

בארה"ב, בשנתיים האחרונות יש דגש על פעילות ב־F.T.T.C. (FIBER TO THE CURB) המתר־כזת בשימוש בכבל אופטי עד לארון סף שבר־חוב ומשם דרך כבל נחושת או קואקסיאלי לבית המנוי.

בארץ, חברת 'בזק' משחילה כבלים אופט־יים לתקשורת בין עירונית ועירונית (עורקים בין מרכזיות) ובמקביל חברות הטלוויזיה בכבלים משחילות רשתות כבלים (אלומיניום או נחושת) עד לבית המנוי; השימוש בכבלים אופטיים של חב' 'בזק' או של החברות המפעי־לות טל"כ ברשתות טל"כ, נעשה רק בקטעים שבין מוקדי התיפעול של אותה החברה.

קיום מדיניות ארצית עבור תקשורת היתה יכולה להוזיל ולשפר את התקשורת, בשימוש משולב של הרשתות (דיבורית וטל"כ) למתן שירותים מודרניים.

במאמר, מתוארות האפשרויות והמיגב־לות העומדות בפני השימוש בסיב־אופטי לבית המנוי וגם עדכון המצב בעולם ובארץ.

## דוגמאות במספר ארצות

**צרפת:**

אחד הפרוייקטים הידועים עוד משנת 1984, הוא הפרוייקט מביאריץ, צרפת, שהיה מיועד להעביר טלוויזיה, רדיו ווידיאו וטלפון. למרות שהפרוייקט הצליח מבחינה טכנולו־גית, הוכח כלא כדאי מבחינה כלכלית והוא ייסגר בשנת 1992.

עכשיו מפתחים בצרפת פרוייקט ענק הנקרא PLAN CABLE, שהוא בעיקרו עבור טלוויזיה בכבלים.

הפרוייקט מוקם ע"י הטלקום של צרפת וזו אחת הסיבות שבעתיד יהיה צורך לקחת בחשבון גם את הפוטנציאל לטלקומוניקציה כללית בתוך הרשת.

תאריך היעד של הפרוייקט הוא 1992/3 והוא יחבר כ־500,000 מינויים ב־12 ערים.

בהשוואה לשימוש בכבלי נחושת, סיבים אופטיים עד לבית המנוי עוד לא נראים, בשלב זה, כפתרון כלכלי.

**אנגליה:**

יש לציין שה'בריטיש טלקום' מאד מעוניין בהכנסת הסיבים האופטיים עד לבית המנוי. כיום, קיימת מערכת ניסיונית בעיר MILTON KEYNES ובקיץ שעבר, חוברו כ־400 מינויים פרטיים ועסקים באזור צפון־מזרח לונדון (BISHOP STORTFORD). הרשת תהיה מיועדת להעברת שירותים משולבים: דיבור, רדיו (HI-FI-STERER) באיכות גבוהה, נתונים, וכו'.

הניסוי הוא פיתוח של מעבדת המחקר ב־MARTLESHAM HEARTH של B.T. (BRITISH TELECOM), והוא צריך להוכיח את עצמו.

לצורך הניסוי, הוקמו שתי רשתות שונות, מבוססות סיבים־אופטיים, במטרה להוכיח לאיזו מהשיטות יש יתרון מבחינה כלכלית ותחזוקתית. על סמך מסקנות אלה, תהיה לבריטיש טלקום אפשרות לתכנן את הרשת העתידית שלהם עבור שנות ה־2000.

שתי הרשתות הן:

(BROADBAND INTEGRATED DISTRIBUTED STAR) BIDS

ו־TPON (TELEPHONY ON PASSIVE OPTICAL NETWORKS).

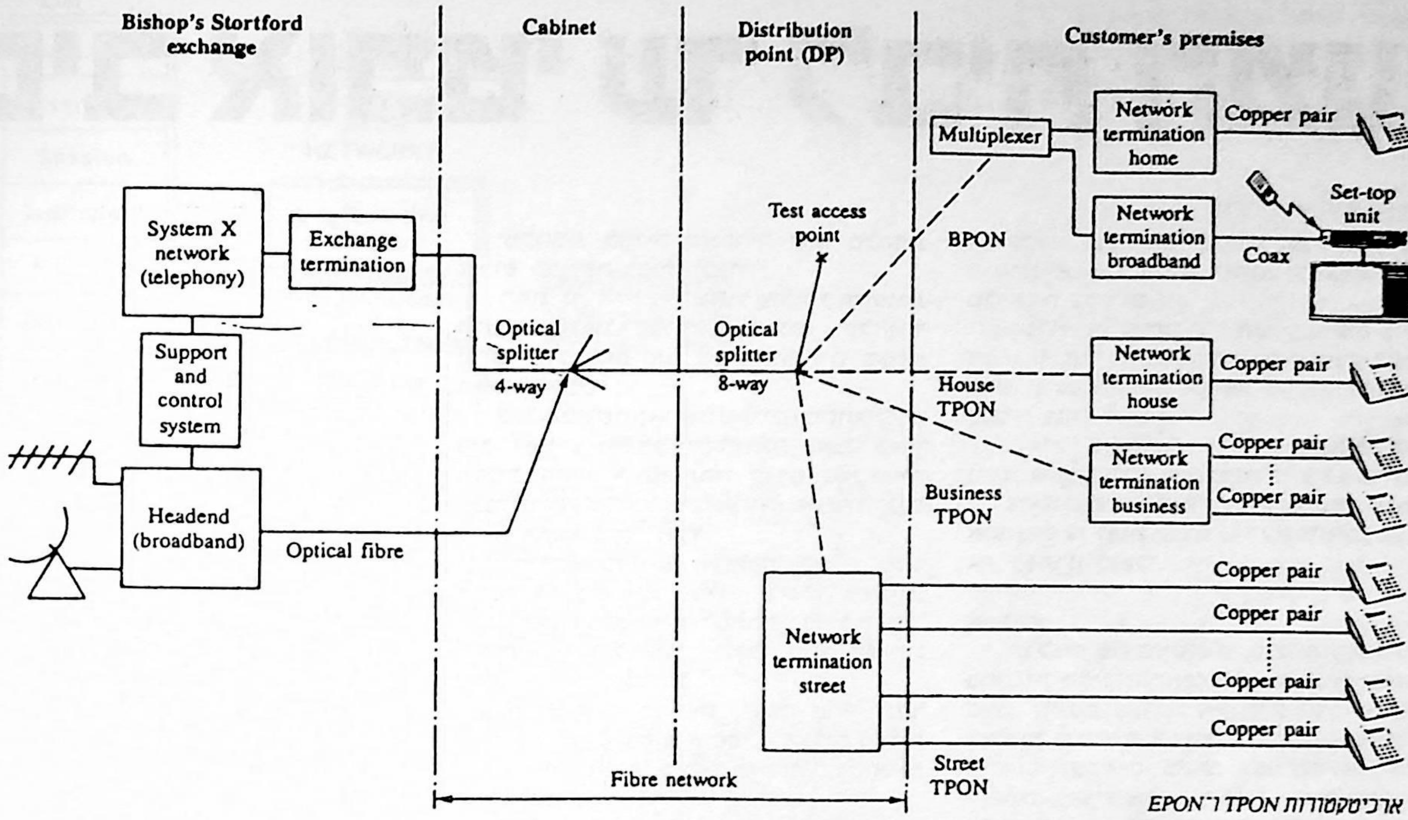
**רשת TPON**

באמצעות רשת זאת, ניתן לחסוך במרכי־בים הפעילים של ציוד אופטואלקטרוני (OPTOELECTONIC), בזה שמשתמשים בטופולו־גיה של רשת 'עץ וענפים'. בטופולוגיה זאת ניתן לפתח את הרשת להעביר שירותים משול־בים, בפס־רחב ותוך מעברים מועטים בין אותות אלקטרוניים לאופטיים.

בשיטה זאת כל מערכת TPON מחוברת לשער של 30 ערוצים, למרכזת טלפון (בציור EX-CHANGE TERMINATION של ה־SYSTEM X NETW-ORK); תפקידו של השער הוא לאסוף את המידע שצריך להעביר למינויים, בריבוב (MULTIPLEXING) בחלוקת זמן ולשדרו דרך רשת סיב־אופטית חד־אופנית (SINGEL-MODE), במהירות של 20 מיליון סל"ש.

סיב אחד, המכיל מידע של 30 מינויים, מחובר בין המרכזת לארון הסף הראשוני המ־כיל מפצל אופטי; הארון נמצא במרחק של כ־1 ק"מ מהמרכזת.

לאחר מכן, הוא מגיע למפצל משני, המא־




*ארכיטקטורות TPON ו־EPON*

פשר הזנת ציוד קצה של הרשת NETWORK TERMINATION EQUIPMENT - NTE). ה־NTE יכול לחבר מנוי פרטי אחד או חמשה מינויים עסקיים; הוא יכול להיות ממוקם ברחוב ואז הוא נקרא STREET TPON. במקרה האחרון, החיבור לבית המנוי יהיה בזוג קווי נחושת.

ניתן להרחיב את המערכת להעברת תוכניות בידור, הנקראות BROADBAND PASSIVE OPTICAL NETWORK - BPON. הפיתוח נעשה עד למפצל הראשון ומעבירים את התוכניות ל־30 מינויים, כל אחד על אורך־גל שונה של הטלפון.

מכיוון שעד עכשיו לבריטיש טלקום יש רק זכיון להפעלת רשת הטלפון אך אין זכות להעביר שידורי טלוויזיה, ממשלת אנגליה הוציאה תקנה מיוחדת ל־B.T. לאישור העברת טלוויזיה בניסוי שעליו מדובר, עד לשנת 1992.

**רשת ה־BIDS**

רשת זאת בנוייה בטופולוגיה של כוכב אקטיבי ממותג, עם סיבים המחוברים בין מוקד התיפעול (HEAD END) למתג מקומי (HUBSITE) ומכאן עד לנקודת גישה רחבת־סרט. מה־BAP הקשר מוביל לבית המנוי.

ה־BIDS מבוסס רשת כוכב־ממותג, מפותח עבור טלוויזיה בכבלים, אך מאפשר באמצעות ריבוב, העברת שיחות טלפון בנקודת הגישה BAP. המתג ב־BAP הוא פיתוח עבור טל־ק (טלוויזיה בכבלים) בווסטמינסטר. בצד המנוי, נמצא מקור הזנת חשמל

ויחידת סיום של הרשת, ההופכים את האותות האופטיים לאותות חשמליים ומאפשרים קשר לרשת הטלפון. כמו־כן, נמצאת יחידת המרה – מימיר (CONVETER) המבצע את ההמרה מאותות טלוויזיה בשיטת ריבוב לאותות PAL ב־UHF עבור מקלט הטלוויזיה או הווידיאו־רקורדר. למנוי יש גם גישה למידע בווידיאוטקס.

ציוד BIDS מיוצר ע"י FULCRUM COMMUNICATIONS וההתקנה ברמת המשתמש היתה אמורה להתבצע בסוף השנה שעברה.

הסיב־האופטי המגיע עד לבית־המנוי הוא חד־אופני (SINGLE-MODE).

המרכזת (EXCHANGE) מערבבת את אותות הטלפון הסיפרתיים כדי להגיע עד ל־BAP בקצב של 140 מיליוני סל"ש, והתמסורת נעשית דרך סיבים אופטיים חד־אופניים.

באמצעות סיבים אופטיים נפרדים מתבצעת תמסורת עבור ערוצי טלוויזיה, רדיו סטריופוני וערוצי בקרה; ניתן להעביר 16 ערוצי טלוויזיה דרך כל אחד מהסיבים (1,300 ננו־מטר) באמצעות ריבוב תדר.

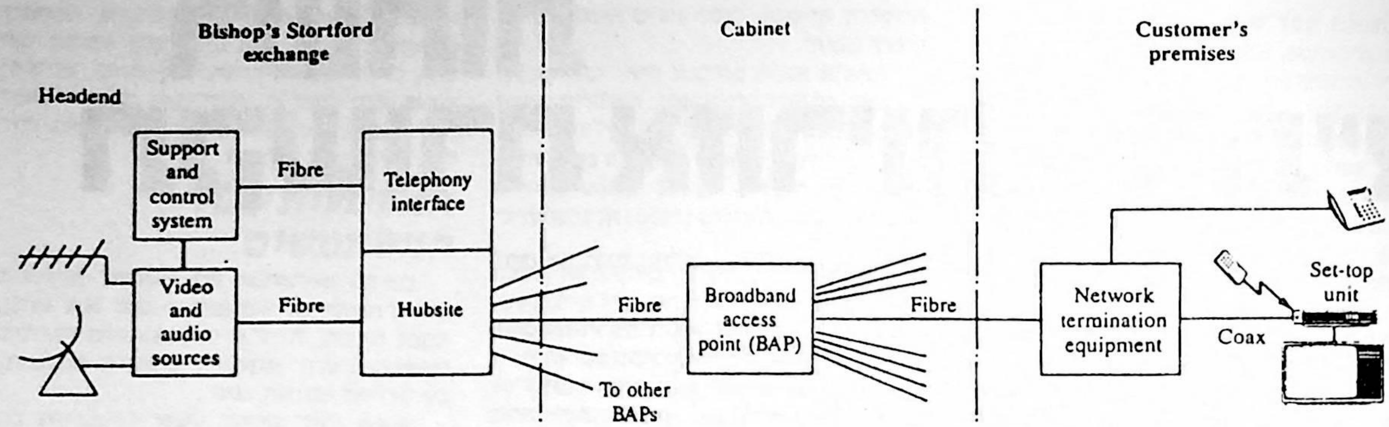
ה־BAP מהווה כוכב מבוזר שבו מדובר ב־BIDS עם חיבורים נפרדים עד לכל מנוי.

ב־BAP נמצאים מרבבי טלפון (MUILTIPLEXERS) ומתג עבור 48 ערוצים, ביחד עם ציוד רדיו באיכות גבוהה (HI-FI AUDIO), מחולל וידיאוטקס ובקרת פעולות המיתוג.

המתג רחב־הסרט מה־BAP משתמש בהצלבות (CROSSPOINTS) אלקטרוניות. לכל אחד מהמינויים מוקדשות שתי יציאות מהמתג. בחירת ערוצי הטלוויזיה נעשית שם.

ניתן להעביר בו־זמנית דרך רשת BIDS, 18 ערוצי טלוויזיה, 8 ערוצי רדיו סטריאו ושיחת טלפון רגילה.

הגישה של המנוי לווידיאוטקס, נעשית גם־כן דרך BAP, במקום בו המידע מגיע למנוי מהמחשב במוקד התפעול – בתצוגת וידיאו או בטלוויזיה או במחשב. פתרון זה, חוסך למנוי את הצורך במכשור נוסף לקליטת מידע וידיאוטקס.




ארכיטקטורת BIDS

הניסוי ב־BISHOP STORTFORD מתבסס על מספר טכנולוגיות, שאמורות להשפיע בצורה מרחיקת־לכת על תעשיית הטלקומוניקציה הגלובלית והטלוויזיה בכבלים, במיוחד עבור שנות ה־2000.

**גרמניה:** בברלין מתפתח פרוייקט הנקרא BER-KOM – BERLIN COMMUNICATIONS NETWORK שהוא פרוייקט תקשורת בטכנולוגיית פס־רחב.

הפרוייקט מוערך ל־150 מיליון דולר ומבוסס בשיטת מיתוג ותמסורת חדשנית ביותר, הנקראת ATM – (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE). להבדיל מטכנולוגיית ה־ISDN לפיה קיימת גישה בקצב בסיסי 2B+D, זאת אומרת 2 ערוצי B של 64 אלפי סל״ש וערוץ D של 16 אלפי סל״ש, ב־ATM קיימים 'בלוקים' של מידע באורך קבוע הנקראים 'תא' (CELL) המועברים במירווח זמן. כיוון שמשתמשים בערוץ אחד ויחיד, כל אחד מהמשתמשים המחוברים חופשי להגדיל את השימוש לפי הצורך, עד לגבול המקסימלי.

במרכז BERKOM, חב' ALCATEL ביצעה ניסוי בהפעלת המיתוג ATM ב־200 מיליוני סל״ש: שידורי טלוויזיה באיכות גבוהה מאד (בממוצע 25 מיליוני סל״ש); וידיאוטלפון וועידות־וידיאו (7 מיליוני סל״ש בממוצע), שידורי רדיו באיכות גבוהה וכמו־כן ISDN 'רגיל' – כל אלה על סיב־אופטי אחד.

העבודה הדו־כיוונית נעשתה בשימוש שיטת W.D.M. – (WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING) שהוא ריבוב בחלוקה לפי אורך־גל, זאת אומרת, שבכיוון אחד משתמשים ב'חלון' של 1300 ננו־מטר בו־בזמן שבכיוון ההפוך משתמשים ב'חלון' של 1550 ננו־מטר. אחת מהחברות האחרות, SIEMENS, ביצעה ניסוי עם מתג של עד 140 מיליוני סל״ש.

אחד היישומים הבולטים ביותר שטכנולוגיה זאת מאפשרת, מהווים הפרסומים ('TELEPUBLISHING').

בגרמניה, יש תוכניות להשחלת רשת־על של סיבים־אופטיים בכל הארץ.

חב' סימנס הגרמנית, מוסרת כי פיתחה פתרון לכל רשת התקשורת, המבוסס על סיבים־אופטיים, והכולל עורקים בין מרכזת־יים ורשת הפצה מבוססת בשיטת P.O.N. (PASSIVE OPTICAL NETWORK).




*בחירת הטופולוגיה של חיבור בית־המנוי בסיב־אופטי, היא בעיית ימינו*

לפי דעתם ולפי השוואות כלכליות, משתלם גם מבחינת עלות וגם מבחינת אורך־חיים, להשתמש בסיב־אופטי עד לבית המנוי.

**ארה"ב:**

בשנתיים האחרונות, מתקיימים בארה"ב דיונים וויכוחים בנושא של השחלת הסיב־האופטי עד לבית המנוי. בשלב זה של הדיונים, הבעייה מתרכזת בהשחלת הסיבים־האופטיים עד לארון־סף שברחוב (F.T.T.C.) ומשם בכבל נחושת או קואקסיאלי עד לבית המנוי.

התוכניות עבור שנת 1990 של חב' SOUTHERN BELL מחייבות השחלת סיבים־אופטיים עד לארונות־סף, דבר שיבטיח בעתיד יתרון להשחלת הסיב־האופטי עד לבית המנוי. בימים אלה החברה משלימה שלב ראשון של ניסוי עבור FTTC ב־RIVERHILL, להביא לבית המנוי את כל שירותי התקשורת, כולל טלפון.

לקידום הנושא, נחתם חוזה בין חברה זו וחברת הטלפון האמריקאית AT&T ומקיימים משא ומתן עם חברות אחרות, המבצעות ניסויים להשחלת הסיב־האופטי עד לבית המנוי.

עקב בעיות מדיניות בתחום התקשורת והחקיקה, נראה שנוצר פיגור בנושא התקשורת בסיבים אופטיים.

בין הבעיות העומדות לפני מקבלי ההחלטות גם בעיות טכנולוגיות, כגון סוג הטופולוגיה – כוכב, קו־צבירה פסיבי או אקטיבי (STAR OR BUS), שיטת ההזנה וכו'.

הבחירה תצטרך לקחת בחשבון את דרישות חברות הטלפון המקומיות. מעריכים בארה"ב שבשנת 1992 עלות השימוש בסיבים אופטיים תהיה שוות ערך לשימוש בכבלי נחושת, אך יש צורך דחוף באיפיונים כדי להתחיל בייצור.

בארה"ב, כל הטכנולוגיות המתקדמות קיימות: ה־N-ISDN ו־B (BROADBAND-B., NARROWBAND-N), קישוריות בין מחשבי־על, מיתוג אופטי, SONET (SYNCHRONOUS OPTICAL NETWORK TRANSMISSION), טלוויזיה באיכות גבוהה מאד HDTV (HIGH DEFINITION TELEVISION) וכו', אך אין מדיניות כוללת בקשר לבחירת הטכנולוגיה המועדפת.

**ישראל:**

חברת 'בזק' מפתחת רשת סיבים אופטיים בכל הארץ, המעבירה קצבים שונים: 2, 8, 34, 565 מיליוני סל״ש וגם מתכננת חלקים של הרשת המעבירים 2.5 אלפי מיליוני סל״ש.

עבור שנת 1991 מתוכננת השלמת רשת המכילה כבלים אופטיים באורך 600 ק"מ של מעטה, כשאורך הסיבים האופטיים שבתוך המעטה הוא כ־5000 ק"מ. עדיין אין בארץ הכנות להגיע עם סיב־אופטי עד לבית־המנוי.

כרגע 'בזק' מעבירה את כל הטלפוניה – טלקס, פקסימיליה, נתונים – בהדרגה לרשת הסיבים האופטיים.

## סיכום

המעבר לשימוש בסיבים אופטיים (FIBERIZATION), הולך ומתרחב לשימוש בכל רמות התקשורת: בין־לאומית, יבשתית ותת־ימית־ארצית, מקומית וביתית.

במשך שנות ה־90', נראה שהסיב האופטי יקח את מקומו של כבל הנחושת (או אלומיניום) ובו־זמנית יביא איתו רוחב־סרט כמעט אין־סופי בגודלו, בסדר גודל של מספר אלפי מיליוני סל״ש (GIGABITS/SEC).

כמו־כן, טכנולוגיה זאת תאפשר תמסורת למרחקים גדולים, ללא צורך במשחזרים, כך שהחלפת ציוד הקצה לא תגרור אחריה גם החלפת סיב־אופטי.

במה שנוגע לחיבור בית־המנוי לרשת תקשורת באמצעות סיב־אופטי, קיימות מספר אופציות כגון: כוכב ממותג, רשת אופטית פסיבית, סיב־אופטי עד ל'פינה', עורקי טלוויזיה בכבלים בסיבים אופטיים וכו'.

לכל האופציות, יש מטרה משותפת: להגיע למנוי עם רוחב־סרט גדול מאד, כדי לאפשר לו את כל השירותים וכדי שההשקעה תהיה כדאית.■

# רשתות תקשורת אזוריות - רת״א

(הרצאה בכנס איל״א – 1990)

רשתות תקשורת איזוריות – רת״א – הופכות לנושא חשוב יותר ויותר בקהילת התקשורת והמחשבים כאחד.

רשתות אלה משתמשות בטכנולוגיה המאפשרת קישוריות (INTERCONECTIVITY) בין רשתות תקשורת מקומיות (LOCAL AREA NETWORKS - L.A.N.) ומאפשרות העברת נתונים במהירויות גבוהות מאד דרך הרשת הציבורית בהתאם לצורכי המשתמשים.

רת״א מהווה אבן־דרך להשגת רשתות סיפרתיות לשירותים משולבים בפס־רחב (BROADBAND INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS - B.I.S.D.N.).

## הגדרת הרת״א

באמצע שנת 89׳, הוגדר ע״י THE – ETSI EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARD INSTITUTE, מהי הרת״א:

רשת תקשורת אזורית – רת״א, היא רשת המאפשרת גישה משותפת של משתמשים שונים (SHARED ACCESS) במיתוג רחב־פס, המסוגל בעצמו או בקישור בין מספר מתגים, לכסות אזור גיאוגרפי גדול (לדוגמא עיר). השירותים בהם מסוגלת רת״א לתמוך הם:

- העברת נתונים באורך שונה, המתאים לפרוטוקולי תקשורת IEEE.802.
- האפשרות להעביר דיבור, נתונים ותמונות נעות או סטטיות.
- אבולוציה נוחה לקראת B-ISDN, גם במה שנוגע לשירותים וגם מבחינת אפשרויות עתידיות.

התקן IEEE 802.6 הוא התקן המיועד לרת״א והוא קיבל הן את תמיכתם של אנשי מחשבים והן של אנשי תקשורת. יש ציפיות שתקן זה יקבל אישור השנה, מה שיאפשר דחיפה חזקה להכנסת הרשת הלכה למעשה.

כמו־כן, מתוכנן שהתקנה וההפעלה של הרשתות הציבוריות מבוססות IEEE 802.6 הראשונות, תהיה באוסטרליה – FASTPAC והמתג רב־מגאביטים SWITCHED MULTIMEGABIT DATA SERVICE – SMDS שחב׳ בל B.O.C. מייצרת, יהיה בשימוש ב־1991. חב׳ בל אטלנטיק בארה״ב מתכננת רשת נסיונית לנובמבר. גם משרדי תקשורת באירופה מתכננים עבור 1991 רשתות נסיוניות ובהם יש לטלקום של גרמניה מערבית, תפקיד חשוב.

## התפתחויות בהעברת נתונים

העברת נתונים מתבצעת בדרך־כלל בשני מקרים:

1. תקשורת מקומית (INTRAPREMISES).
2. תקשורת למרחקים גדולים . (INTERPR EMISES)

התקשורת המקומית להעברת נתונים מבוססת בעיקר בשימוש ברשתות תקשורת מקומיות – רת״מ, בו בזמן שהתקשורת למרחקים מתבצעת באמצעות רשת ציבורית.

כידוע הרת״מ היא רשת פרטית השייכת לאירגון אחד, ומאפשרת העברת נתונים בין מספר משתמשים. במהירויות גדולות (בסדר גודל של 10 מיליוני סל״ש – MBPS) ובמרחק של כמה קילומטרים בודדים.

התקשורת למרחקים – W.A.N. – WIDE AREA NETWORKS – באמצעות רשתות ציבוריות, יכולה להתבצע בכמה שיטות, כגון:

קווי נל״ן (נקודה ל־נקודה) חכורים (LEASED), בחיוג דרך רשת הטלפון – דרך רשת להעברת נתונים במיתוג מנות X.25 שמהירותו יכולה להגיע ל־64/אסל״ש (בארץ ׳ישראנת׳), ברשת סיפרתית ללא מיתוג (בארץ ׳סיפרנת׳) במהירות עד 2 מיליון סל״ש וכו׳.

עבור מהירויות גדולות מאד, מתוכננות רשתות ציבוריות ממותגות לאמצע שנות ה־90׳ B-ISDN.

בין הרשתות המקומיות – רת״מ – ידועות יותר – BUS ETHERNET ולאחרונה תופסות מקום רשתות טבעת אסימון (TOKEN RING) של יבמ.

בהתאם להערכת חברות מחקר, בארה״ב נמצאים בשימוש כמיליון רת״מים ובאירופה כ־300 אלף (בשנת 1989). מצפים שהפיתוח יגדל ב־30 אחוז כל שנה, זאת עקב הגדלת כוח החישוב של מחשבים קטנים ומחשבים גדולים, CAD/CAM מסופים, וכו׳.

הרשתות הציבוריות הקיימות W.A.N. לא מסוגלות להעביר את הנתונים במהירויות שהרת״מים מאפשרות, כך שהביצועים יורדים. למרות שניתן להעביר נתונים בכמויות גדולות ומהר (BURSTY), עלות הפעולה גבוהה מידי. כאן נכנסות רשתות התקשורת האיזוריות לתמונה.

עבור התקשורת הציבורית, התקן IEEE 802.6 מהווה תקן ראשון המקבל תמיכה גם מהקהילה התקשורתית וגם מקהילת המחשבים. הוא מבוסס סיבים־אופטיים בטופולוגית טבעת והוא ייחודי בהעברת דיבור. השימוש העיקרי והראשוני ברת״א, הוא הקשר בין רת״מים שבמרחקים גדולים, דבר שלא דורש שינויים לא בתוכנה ולא בחומרה.

ניתן להשוות רת״א לרת״מ:

- הרת״א היא רת״מ עבור מרחקים של מספר עשרות קילומטרים.
- הרת״א מאפשרת העברת נתונים ממותגת במהירויות גבוהות מאד, בין רת״מים ורשתות תקשורת ארוכות טווח.
- להבדיל מרשתות התקשורת האזוריות המבוססות על סיבים־אופטיים הרת״א מסוגלת להעביר את כל צורות הנתונים: כנסי וידיאו, טקסטים, דיבור, טלוויזיה וכו׳.

נוסף לתקן IEEE 802.6 – רת״א, והתקינה – התפתחו תקנים נוספים:

ANSI- AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE מפתח תקן FDDI – FIBER DISTRIBUTED INTERFACE.

BELLCORE – BELL COMMUNICATIONS RESEARCH מפתח SMDS – SWITCHED MULTIMEGABIT DATA SERVICE המהווה מימשק בין רשתות בסיבים אופטיים שונים. כמו כן פיתחה BELLCORE את SONET – SYNCHRONOUS OPTICAL NETWORK שהוא ספסיפיקציה להעברת נתונים בין מרכזיות באמצעות סיבים אופטיים.

ההמלצה – SDMS של BELLCORE מכילה גם היא חלק מהתקן IEEE 802.6. ה־FDDI נותן את הספציפיקציה עבור רשת סיבים־אופטיים עד ל־100 מיליוני סל״ש (MBPS) בצורת טבעת DUAL COUNTER-ROTATING. הטופולוגיה הזאת מאפשרת התאוששות דינמית (DYNAMICALLY RECONFIGURE) כאשר קורה שבר פיזי בכבל.

שיטת הגישה – MEDIUM ACCESS מאפשרת תמיכה גם בנתונים וגם בדיבור, סביב לטבעת. לצורך העברת דיבור לא נחוץ שתעבור תהליך של חלוקת למנות PACKETIZATION. הרשת פותחת למשתמשים את האפשרות לשלב דיבור עם נתונים.

מצפים שעד סוף השנה יהיה מבחר גדול של מוצרי FDDI, נוסף לאלה הקיימים בעקבות אישור הספציפיקציות האלה.

גם התקן IEEE 8026. מכיל את התפיסה של DUAL COUNTER ROTATING RINGS OR BUSES כמו ב־FDDI, אבל יש לו יתרון של ביצועים משופרים, מאפשר את בקרת הגישה למספר גדול של משתמשים, והוא כמעט לגמרי בטוח (TOTALLY DISASTER-PROOF).

הגישה לרשת תהיה יעילה. הרשת משתמשת ב־QUEUING ALGORITHM שמקורו באוסטרליה, שם פותח ונבדק באוניברסיטה. לאחר מכן, חב׳ QPSX LTD. שהיא חברת־בת של TELECOM AUSTRALIA הוקמה במיוחד לפתח ולשווק את הטכנולוגיה הזאת. ל־QPSX יש כבר חברת־בת בארה״ב, שהעבירה את הטכנולוגיה ל־AT&T כדי לשווק את המוצר.

התפיסה מבוססת באלגוריתם הנקרא DISTRIBUTED QUEUE DUAL BUS – DQDB, שמאפשר להודיע לרשת על הכוונה למשלוח: מבוססת חלקית בשיטה הנקראת CAMBRIDGE RING שמחלקת את הטבעת במרווח זמן (TIME SLOTS). שיטה זו הייתה מתאימה עבור רשת עם ניצול נמוך. כשהניצול צריך להיות יותר גבוה, גישה זו אינה מספיקה.

מאפיין את ה־DQDB שבמצבים של שיעור גישה נמוך – (LOW ACCESS RATE), לרת״א יש יתרון של רת״מ ETHERNET, בו בזמן שעבור דרישת שיא (PEAK), יש יתרון של טבעת אסימון.

SMDS יהיה לפי דעתם של BELLCORE, מיתוג במהירויות גבוהות עבור רשתות ציבוריות שיאפשר שימוש ביתרונות רת״נים, ברת״א או ברשתות ארוכות טווח. שיטת העבודה תהיה במידה מסויימת דומה לרשת הטלפון הציבורית. למרות זאת, השימוש במיתוג זה, מחייב גם קשר פיזי וגם קשר לוגי של פרוטוקולים. מצפים שכבר בשנה הנוכחית יצאו מוצרים של SMDS.

בנוסף, עבור תמסורות, התפתחה שיטת ה־SONET (SYNCHRONOUS OPTICAL NETWORK TRANSMISSION), שהוא תקן עבור העברת נתונים במהירויות גבוהות מאד דרך סיבים אופטיים, בין מרכזיות מיתוג. שיטה זו חשובה מאד לניצול יעיל של הקיבול הגדול שהסיבים האופטיים מאפשרים.

חברת NORTHERN TELECOM הודיעה לא מזמן, על מוצרים מבוססים SONET.

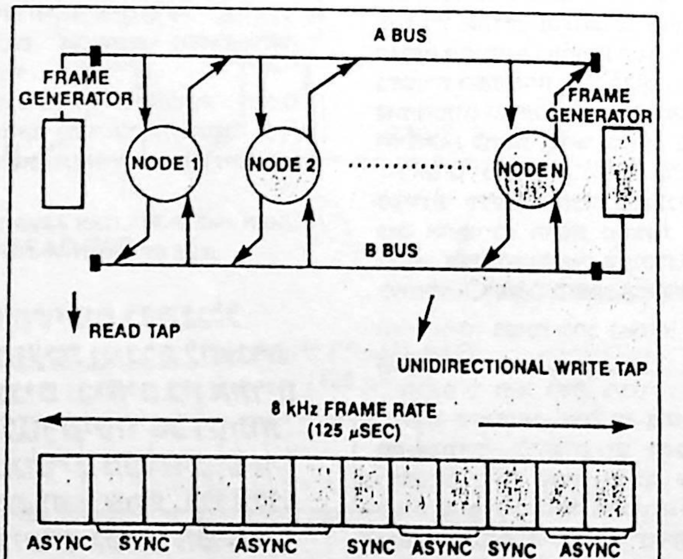
## ארכיטקטורה של רת״א – *DQDB*

הארכיטקטורה DQDB מהווה MEDIUM ACCESS PROTOCOL והיא משלבת טכנולוגיות תמסורת קיימות, כולל סיבים אופטיים, עם עיבוד מבוזר.

הרת״א DQDB מורכבת משני קווי צבירה (BUSES), כל אחד בכיוון אחר, העובדים בצורה עצמאית, במהירויות שעד 140 מיליוני סל״ש.

ניתן להעביר נתונים בו־זמנית בשתי השיטות. שני הקווים יכולים להיות פתוחים (OPEN ENDED), קשורים ב־LOOP או בנקודה־ל־נקודה.

שיטת ה־LOOP חשובה במקרה של תקלה ב־BUS אחד ויצירת תת־רשת כדי שיתאושש; במקרה של תקלה ב־BUS, התת־רשת יכולה לנתק את החלק שהתקלקל ולהעביר את הנתונים דרך המוקד הראשי (HEAD-POINT) של ה־LOOP. כתוצאה מכך, התת־רשת מאפשרת המשך פעולה. הודות ליכולת ההתאוששות, שיטה זו היא המועדפת.




ה־DQDB, לא רק שיש לו כבר תקן, אלא שתקן הוא חלק ממשפחה שלמה של תקנים עבור רת״מים IEEE 802.X ומכיל בין היתר IEEE 802.3 עבור IEEE 802.2 – CSMA/CD BUS ETHERNET CARRIER SENSE MULTIPLE ACCESS/COLLISION DETECTING עבור TOKEN-BUS ו־IEEE 802.5 עבור TOKEN-RING.

התקן IEEE 802.6 פותח כדי לאפשר עבודה בסביבה ציבורית של רשת תקשורת, במהירויות גבוהות מאד ובמרחקים של עיר או של מדינה.

בזמן האחרון IEEE 802.6 נעשה מתאים גם ל־ATM (ASYNCHRONOUS TRANFER MODE) שהוא התקן עבור שילוב של כל השירותים ברשתות סיפרתיות רחבות־סרט (B-ISDN).

במידה שה־BISDN יתחיל להתפתח (נראה שבאמצע שנות ה־90׳), הרת״אים יתחברו למרכזיות מיתוג ATM באמצעות יחידת קישור, כדי לאפשר שירותים מקומיים. עד שה־BISDN יכנס לפעולה, הרת״אים יתחברו ביניהם באמצעות קווים חכורים למרחקים גדולים ומהירויות גבוהות.

## המשמעות עבור המשתמשים

במידה שה־BISDN עם תשתית מבוססת סיבים־אופטיים, המעמידה בצל את ISDN, תקבל תנופה, הרת״א יהיו מאגדים ושרתים (SERVERS) עבור תקשורת עסקית מקומית, במהירויות גבוהות מאד.

BISDN יהיה מסוגל ליצור קישוריות בין רת״א שכבר נימצאים בשימוש.

עם הפיתוח של ממשקים בפס־רוחב, התשתית תאפשר מיגוון רחב של אפליקציות, גם עבור העסקים וגם לצרכן.

## המצב בארץ

רשתות התקשורת המקומיות (והאזוריות) בנויות חלקית על טכנולוגיית טליוויזיה בכבלים – CABLE TELEVIZION CATV. בטל״כ (CATV) האותות נמצאים בתוך המערכת להעברת הנתונים, צריך הצפנה PARRNODS, וכו׳ להבטחת המידע והפרטיות.

בישראל, עם הכנסתן, בהיקף ארצי, של רשתות טל״כ והתקנת אלפי ק״מ של סיבים אופטיים ע״י ׳בזק׳ וחברות כבלים, הטכנולוגיה של רת״א ראויה לתשומת לב מיוחדת. יש צורך במחקר מקיף, בפיתוחן ויישומן של הטכנולוגיות המתקדמות ביותר, כדי להפיק תועלת מירבית מהרשתות.■

# חדש בעיר – רשת תקשורת מטרופוליטנית

## מה ולמה רתמ"ט

בעשרים השנים האחרונות פותחו טכנולוגיות רבות בתחומים שונים של טלקומוניקציה. לדוגמא: רשתות תקשורת מקומיות (רת"מ), מיתוג מנות להעברת נתונים (BURSTY), מיתוג סיפרתי, ניסיונות של (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS) ISDN ועוד.

אחת הטכנולוגיות שהתפתחו בשנים האחרונות והגיעה כבר לרמת תקינה בין־לאומית היא רשת תקשורת מטרופוליטנית – להלן רתמ"ט.

(MAN – METROPOLITAN AREA NETWORKS).

התקן של רשת זו הינו IEEE 802.6.

***לרתמ"ט יש חשיבות רבה בגלל הדרישה ההולכת וגוברת להעברת נתונים בקצבים גבוהים בין אתרים מרוחקים, כגון קישור של רשתות מקומיות באתרים המרוחקים זה מזה במסגרת רשת אחת, בלי תלות ברשתות ארוכות הטווח הפועלות בקצבים נמוכים יחסית והיכולות להוות צוואר בקבוק בתקשורת.***

קיימות מספר אלטרנטיבות לרתמ"ט. מאמר זה נותן הסברים, סקירה ועדכון על הנעשה בתחום זה, עם דגש על הטכנולוגיות המאפשרות שילובן ברשתות BISND– רשתות תקשורת רחבות סרט סיפרתיות לשרותים משולבים.

כמו־כן מובאים רעיונות על אפשרויות יישום בארץ, בעיקר עקב הכנסת רשתות טלוויזיה בכבלים.

לרתמ"ט יש חשיבות רבה בגלל הדרישה ההולכת וגוברת להעברת נתונים בקצבים גבוהים בין אתרים מרוחקים, כגון קישור של רשתות מקומיות באתרים המרוחקים זה מזה במסגרת רשת אחת, בלי תלות ברשתות ארוכות הטווח הפועלות בקצבים נמוכים יחסית והיכולות להוות צוואר בקבוק בתקשורת.

רתמ"ט מאפשרת חיבור בתים ועסקים לשירותי טלקומוניקציה משולבים, דרך סיבים אופטיים. הרשת מוגבלת לאזור אחד (METROPOLITAN AREA) שקוטרו עד 50 ק"מ. לעומתה רשת ה־B-ISDN מאפשרת אותם השירותים, בטווח רחב (WIDE AREA NETWORK).

הרתמ"ט היא רשת ציבורית שהתפתחה מרת"מ סטנדרטי, אבל יש ביניהן הבדלים משמעותיים: לרתמ"ט יש תפקידים יותר מורכבים כיוון שהיא צריכה לתת שירות לאזורים גדולים יותר במהירויות יותר גדולות ולהבטיח מיתוג לשירותים משולבים: דיבור, נתונים, טקסטים ווידיאו.

## תקינה וטכנולוגיה

ישנם מספר גופים לאומיים ובין־לאומיים העוסקים בקביעת תקנים עבור רשתות, פרוטוקולי תקשורת, מימשקים, ציוד וכו', ביניהם: CCITT, T1, IEEE, ו־ISO. קבוצת עבודה של IEEE והנקראת P.802 הגדירה בתקן שלה IEEE-802.6 את הרתמ"ט. תקן זה בא לאפשר התחברות של רשתות פרטיות לרשתות ציבוריות בלי להפסיד את היתרונות הטמונים ברשתות הפרטיות. התקן בנוי כך שיהיה אבן־יסוד לרשתות B-ISDN.

אחת הטכנולוגיות שקיבלו תמיכה של רוב המימסדים העוסקים בתקשורת, היא QUEUED PACKET SYNCHRONOUS EXCHANGE – QPSX. טכנולוגיה אחרת היא (DISTRIBUTED QUEUE DUAL BUS) – DQDB, שהיא פרי מחקר של אוניברסיטת PERTH באוסטרליה.

כדי להבין מדוע התפתחו במשך הזמן מספר טכנולוגיות על־ידי יצרנים שונים, יש צורך להכיר את סוגי השירותים ודרישותיהם לרוחב־סרט.

### קבוצות שירותים ודרישותיהם לרוחב־סרט

את השירותים הנתמכים על־ידי רת"מ ורתמ"ט ניתן לחלק על־פי הקצבים הנדרשים

1. שירותים במהירויות נמוכות (0.1 אסל"ש (KB/S) ועד 10 אסל"ש) כגון: טלמטריה, נתונים, דיבור, ותמונות נעות באיטיות (SLOW-MOTION).
2. שירותים במהירויות בינוניות (1–10 מסל"ש), כגון: נתונים, תמונות.
3. שירותים במהירויות גבוהות (50 מסל"ש עד 1 ג"ב), כגון: טלוויזיה באיכות גבוהה (HIGH DEFINITION TELEVISON – HDTV), נתונים, תמונות, שירותי וידיאו על־פי הזמנה (VIDEO ON DEMAND – V.O.D.), ועידות וידיאו, שירותי בסיסי נתונים, ועוד.

חלוקה אחרת של סוגי שירותים היא כדלקמן:

א. שירותים סינכרוניים ואיזוכרוניים (SYNCHRONOUS AND ISOCHRONOUS).

ב. שירותים אסינכרוניים (ASYNCHRONOUS).

**א. שירותים סינכרוניים ואיזוכרוניים:**

באמצעות שרותים אלו המידע מוזרם במירווחי זמן קבועים (או כמעט קבועים) מסונכרנים; ערוץ השידור עומד לרשות העברת המידע במרווחי זמן קבועים, יחסית לזמן ייחוס מסויים (TIME REFERENCE).

דיבור, נתונים ושידורי ווידיאו מסויימים משתמשים בשיטה זו. התקשורת מתבצעת ע"י מיתוג־מעגלים (CIRCUIT-SWITCHING) המאפשר למספר דורשי גישה לגשת לערוץ משותף: לכל מעגל מחולק מירווח זמן מסויים מתוך מסגרת זמן (TIME FRAME), כדי שמקור השידור יוכל להעביר מידע דרך הערוץ.

**ב. שירותים אסינכרוניים**

מקורות אסינכרוניים מייצרים את המידע בצורה אקראית (RANDOM) וגם אורך המידע הוא אקראי (RANDOM LENGTH). בשיטה זו משתמשים להעברת נתונים. למספר מקורות שידור יש גישה לערוץ התקשורת. להקצאת הערוץ יש טכניקות מיתוג כגון: מיתוג־מנות, דאטאגרם ומעגל מדומה.

כדי לספק את כל מיגוון הדרישות של השירותים שצויינו לעיל, ניתן להשתמש באחת מהשיטות: מיתוג־מעגלים, מיתוג־מנות או שילוב של שתי השיטות.

שילוב של מיתוג־מעגלים ומיתוג־מנות מאפשר לשרותים איזוכרוניים לתת גישה למעגלים על־פי דרישה במיתוג־מעגלים; עבור שירותים אסינכרונים, השילוב מאפשר גישה במיתוג־מנות. בשיטה זו משתמשים גם ב־DQDB.

חלוקה אחרת של צורת הגישה לערוץ התקשורת היא לפי מירווחי הזמן:

א. ערוץ ללא חלוקה למירווח זמן (UNSLOTTED CHANNEL). צורת גישה זו נהוגה ברשתות הפועלות בטבעת אסימון או בקו־צבירה אסימון, קו צבירה, FDDI ועוד. המידע יכול להיות באורך כלשהוא וכל תחנה יכולה לשדר לערוץ בכל עת שמתאפשר לה בהתאם לפרוטוקול.

ב. ערוץ מחולק למירווחי זמן – כל מירווח הוא באורך מוגדר. מבנה המסגרת של מירווח הזמן מכיל שדה HEADER שכולל נתוני זיהוי ואיפיון המידע שכל מירווח זמן צריך להעביר. ישנם מספר סוגים של מירווחי זמן וכל אחד יכול להיות באורך שונה ומיועד לקבוצות שונות של שירותים.

האירגון הבין־לאומי לטלפון וטלגרף CCITT לקח בחשבון את מבנה חלוקת הערוץ בשתי השיטות:

א. ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE - ATM

ב. SYNCHRONOUS TRANSFER MODE - STM

א. ATM – הינו הפתרון להפעלת B-ISDN והוא מכיל מיתוג תאי (CELL SWITCHING) ומיתוג־מנות מהיר מאד. שיטה זו נקראת: ASYNCHRONOUS TIME DIVISION SWITCHING) - ATDM).

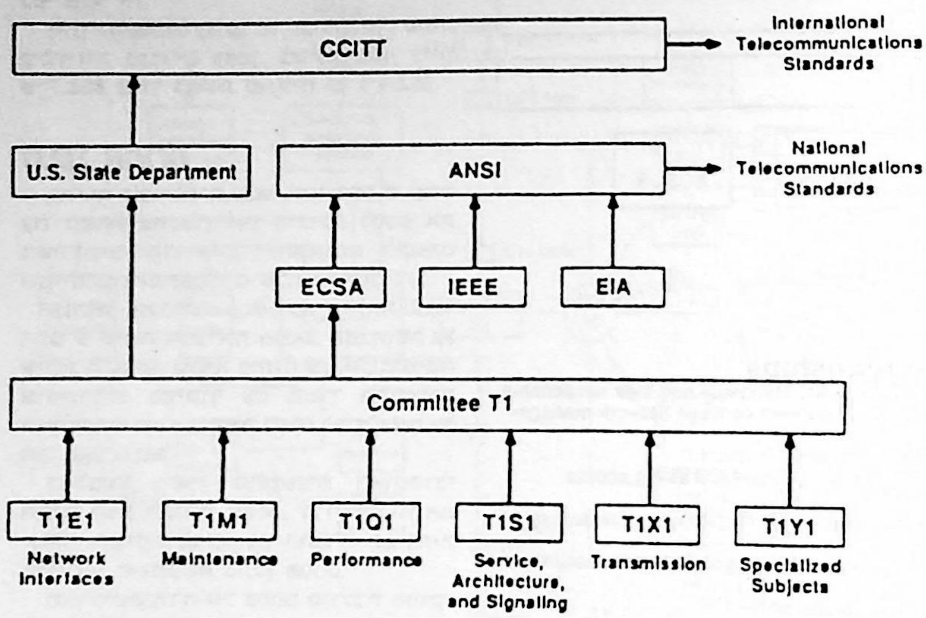
ב. STM – אומץ ע"י CCITT כפתרון ביניים להעברת רשתות ל־BISDN. בשיטה זאת משתמשים במיתוג־מעגלים וגישה לערוץ ב־STDM (SYNCHRONOUS TIME DIVISION MODE).

אפשרי גם שילוב של ATM ו־STM.

מספר טכנולוגיות של רתמ"ט התפתחו בהתאם לדרישות המצויינות בפרק זה.

נוסף לקבוצת העבודה IEEE-802.6 שביססה את הרתמ"ט על־פי ATM, אירגון ה־IEEE נותן גיבוי גם ל־STM באמצעות קבוצת העבודה IEEE-802.7, בעיקר כדי לאפשר לרשתות רתמ"ט רחבות־סרט להתאים את עצמן לרשתות

## גופי תקינה לאומיים ובינלאומיים לטלקומוניקציה




## רשת תקשורת מטרופוליטנית עם אפיק כפול

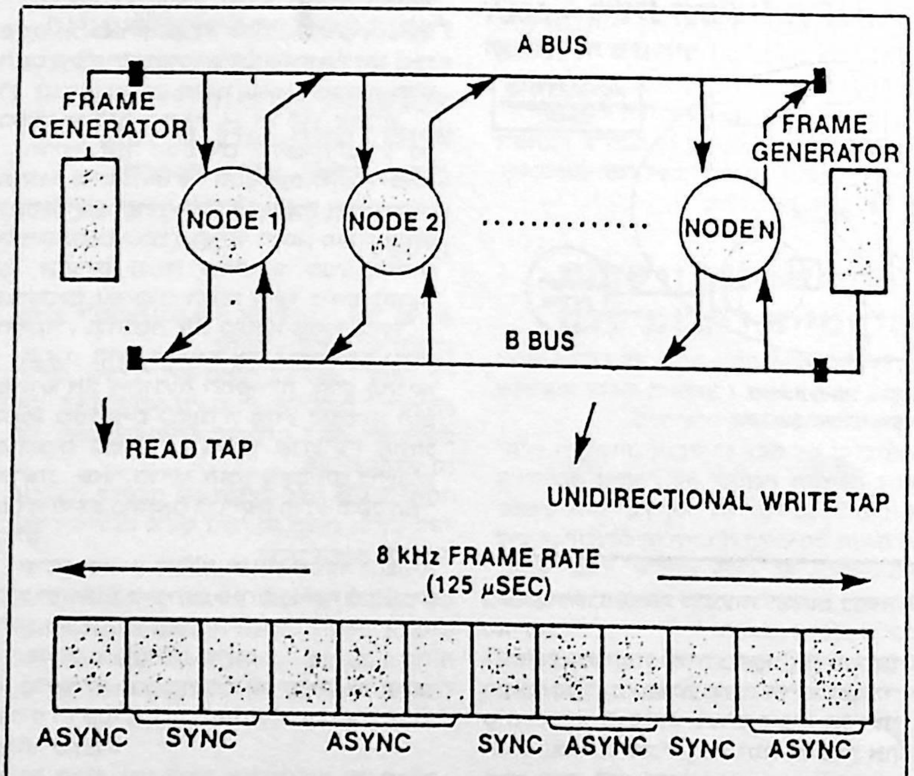
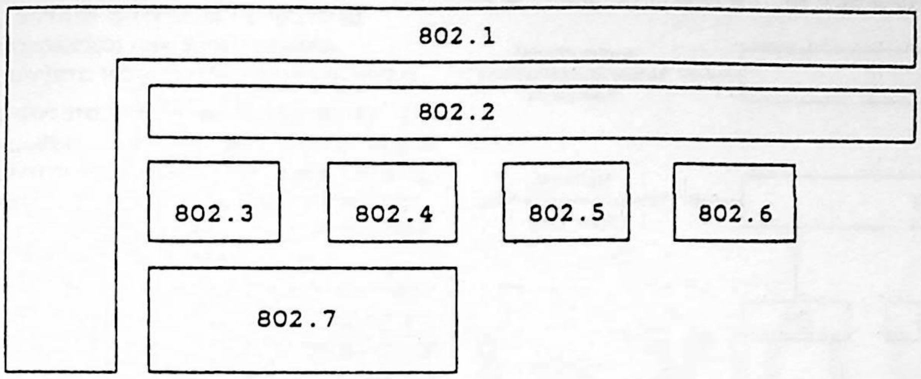



Fig. The dual bus distributed queue MAN.

## תקני IEEE והנושאים אליהם מתייחסים התקנים

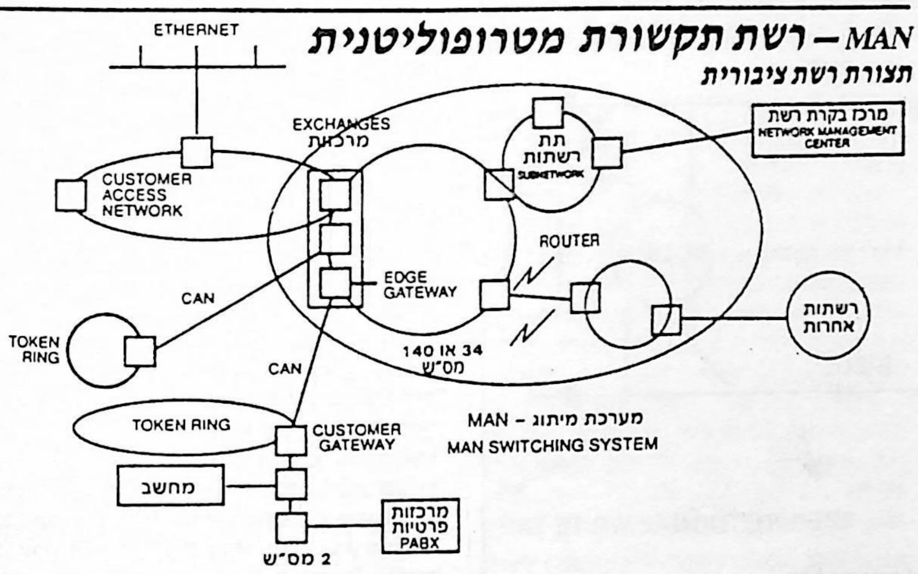



### Standard Relationships

802.1 IEEE Std 802.1 describes the relationship among 802 standards and their relationship to the ISO System Interconnection Model. This document contains network management and interconnection standards.
802.2 IEEE Std 802.2 - 1989 (ISO 8802/2) Logical link Control Protocol.
802.3 IEEE Std 802.3 - 1985 (ISO DIS 8802/3) a bus utilizing CSMA/CD as the access method.
802.4 IEEE Std 802.4 - 1985 (ISO DIS 8802/4) a bus utilizing token passing as the access method.
802.5 IEEE Std 802.5 - 1985 (ISO DP 8802/5) a ring utilizing token passing as the access method.
802.6 IEEE Std. 802.6 - 1990 M.A.N. - Metropolitan Area Network.
802.7 IEEE Std 802.7 - 1989 Specifies the design, installation and test parameters for a broadband cable medium. The purpose for the medium is to transport communications of IEEE 802 broadband services.

## MAN – רשת תקשורת מטרופוליטנית

### תצורת רשת ציבורית




טלוויזיה בכבלים, בעיקר כבלים קואקסיאל־יים; גם הפיתוח של כבלים אופטיים אפשרי לפי תקן זה.

ניתן להשתמש בתקן זה, גם לתכנון רשתות טלוויזיה בכבלים עצמן, בשינוי קטן, כיוון ש־802.7 צריך להיות מתאים גם ל־802.4.

## תקן DQDB

בחירת טכנולוגיה עבור תקן רתמ"ט, צרי־כה לקחת בחשבון את היכולת לספק את השירותים הדרושים ולהתאימם לתנאים הקיימים והמתפתחים של הרשתות.

קבוצת העבודה IEEE-802.6 פיתחה עבור רתמ"ט שיטה הנקראת DQDB, המבוססת על שיטת ה־QPSX, שהיא פיתוח של אוניברסיטה אוסטרלית בשיתוף עם משרד התקשורת האוסטרלי והיא מהווה בסיס לתקן SMDS של חב' BELLCORE.

במלבורן משרד התקשורת האוסטרלי הקים רשת רתמ"ט DQDB, כדי להוכיח את יכולת השיטה QPSX. גם החברה הצרפתית ALCATEL משתמשת בתקן DQDB.

הארכיטקטורה של DQDB מורכבת ממוקד תיפעול, שני קווי־צבירה חד־כיווניים עם כי־ווני זרימה מנוגדים, ונקודות גישה של צרכני רתמ"ט.

בראש כל אפיק נמצא מחולל המייצר מסגרות באורך קבוע של 125 מיקרושניות. המסגרת כוללת סמן מסגרת וחריצי זמן באו־רך קבוע. מספר חריצי הזמן במסגרת תלוי בקצב העברת המידע 34 או 140 מסל"ש.

חריצי זמן משמשים להעברת מידע בין תחנות ברשת. תחנה המבקשת להעביר מידע לתחנה אחרת מפצלת אותה לסגמנטים המותאמים לאורך חריצי הזמן, מעלה אותם על האפיק (BUS) המתאים מבין השניים (בהתאם למיקום תחנת היעד ביחס לתחנה המקור) ורושמת את כתובת תחנת היעד.

תחנת היעד קוראת את הסגמנטים ובונה מחדש את ההודעה המקורית. חלק מחריצי הזמן משמשים להעברת מידע סינכרוני והם מוקצים לצורך זה באופן קבוע ע"י מינהל הרשת. שאר חריצי הזמן משמשים להעברת מנות מידע בהתאם לדרישה הרגעית של הצר־כנים.

שיטת DQDB כוללת מנגנון שנועד להבטיח לכל התחנות סיכויים שווים בגישה לכל אפיק ללא תלות במיקומן.

עקרונות השיטה הינם:

- כל חריץ זמן כולל אינדיקציה על היותו תפוס או פנוי. תחנה התופסת חריץ זמן תסמן אותו כתפוס.
- כל חריץ זמן כולל אינדיקציה על בקשה לשידור. תחנה המבקשת לשדר בכיוון מסויים תעביר ראשית בקשה על האפיק בכיוון ההפוך.
- כל תחנה מבצעת מעקב אחר מספר בקשות השידור אשר טרם סופקו (OUTSTANDING REQUESTS) על כל אפיק.

המעקב מבוצע באמצעות מונה הסופר את מספר הבקשות על האפיק הנגדי ומחסיר ממנו את מספר חריצי הזמן הריקים העוברים באפיק ומשרתים את התחנות הבאות בכיוון הזרימה.

- תחנה המבקשת לשדר בודקת את סטטוס המונה הנ"ל, מאפשרת מעבר חריצי זמן רי־קים כמספר הבקשות שטרם סופקו אל התח־נות האחרות שבכיוון הזרימה ותופסת את חריץ הזמן הבא בתור.

רתמ"ט נותנת שרות העברת נתונים ממותג בקצב גבוה בין כל צרכני הרשת. צרכנים אלה, העשויים להיות מרוחקים זה מזה אלפי ק"מ, הינם משני סוגים עיקריים:

- רשתות מקומית המקושרות לרתמ"ט באמצעות התקני BRIDGE או GATEWAYS. המי־דע מועבר ברתמ"ט במנות, בצורה אסינכר־ונית (ATM) ומבלי צורך בהקמת ערוץ תקשו־רת (CONNECTIONLESS DATA SERVICE).
- מרכזות פרטיות (PABX) ומסופי נתונים בקצב גבוה המקושרים לרתמ"ט במימשק התואם את המלצת CCITT G703 בקצב 2 מסל"ש. המידע מועבר ברתמ"ט בצורה סינכר־ונית בחריצי זמן מחזוריים המוקצים לצורך זה עם הקמת הקישור.

## שימוש בתשתית תקשורת סטנדרטית

רתמ"ט מתוכננת להתבסס על תשתיות תקשורת ציבוריות קיימות ועתידיות. לפיכד טווח התמסורת המשמש ברתמ"ט מבוסס כיום על מערכות תמסורת תקניות בסיבים אופטיים או בכבלים קואקסיאליים הפועלים

בקצב 34 מסל״ש ו־140 מסל״ש עם כוונה לעבור בעתיד למערכות תמסורת התואמות את תקני

SDH (SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY), בקצבים של 155 ו־620 מסל״ש. שיטת התקשורת האסינכרונית אשר תוארה לעיל גם תואמת את שיטת ATM המתוכננת לרשתות B-ISDN.

***רתמ״ט מתוכננת להתבסס על תשתיות תקשורת ציבוריות קיימות ועתידיות. לפיכך טווח התמסורת המשמש ברתמ״ט מבוסס כיום על מערכות תמסורת תקניות בסיבים אופטיים או בכבלים קואקסיאליים הפועלים בקצב 34 מסל״ש ו־140 מסל״ש.***

## רתמ״ט כרשת פרטית וכרשת ציבורית

רתמ״ט יכולה לשמש כרשת פרטית המקשרת מספר רשתות מקומית של גורם פרטי ומופעלת ע״י אותו גורם, או כרשת ציבורית המופעלת ע״י משרד התקשורת ומשרתת לקוחות רבים.

להפעלת הרתמ״ט כרשת ציבורית היתרונות הבאים:

• ניצול משאבי הרתמ״ט בצורה אופטימלית למתן שרות בו־זמנית לצרכנים רבים.

• אפשרות יצירת קישור ממותג בין כל הצרכנים המקושרים לרשת.

קיימים מספר הבדלים בין רתמ״ט ציבורי לרתמ״ט פרטי:

• ברתמ״ט ציבורי קיימת רשת גישה פרטית, SAN, (SUBSCRIBER ACCESS NETWORK), המבטיחה את פרטיות הגישה של כל צרכן אל צומת המיתוג הקרובה של המערכת, דהיינו, המידע לא יעבור דרך צרכן אחר של הרשת)

• ברתמ״ט ציבורי בקרת הרשת מספקת שרותים שונים אשר אינם נחוצים ברתמ״ט פרטי, כגון שרותי חיוב.

גם החברה הגרמנית סימנס, אימצה את שיטת ה־DQDB והציגה בתערוכת CEBIT 91 בהאנובר, את הציוד שעליו מתבססת המערכת (ניסיונית במינכן) המתוכננת להתחיל באוגוסט 1991.

דוגמה מעניינת לרתמ״ט לשמוש עסקי, מהווה הרשת שבנתה TELEPORT COMMUNIC עבור רשות הנמלים של ניו־יורק וניו־ג׳רסי, להתקשרות בין גשרים, מנהרות ואמצעי תעבורה אחרים בתוך ניו־יורק וסביבתה. קיימות בארה״ב עוד כ־15 רתמ״ט הנותנות שירות למספר משתמשים של כמה עשרות ועד ל־400,000 משתמשים.

## טלוויזית כבלים לשרותים מגוונים בהונגריה

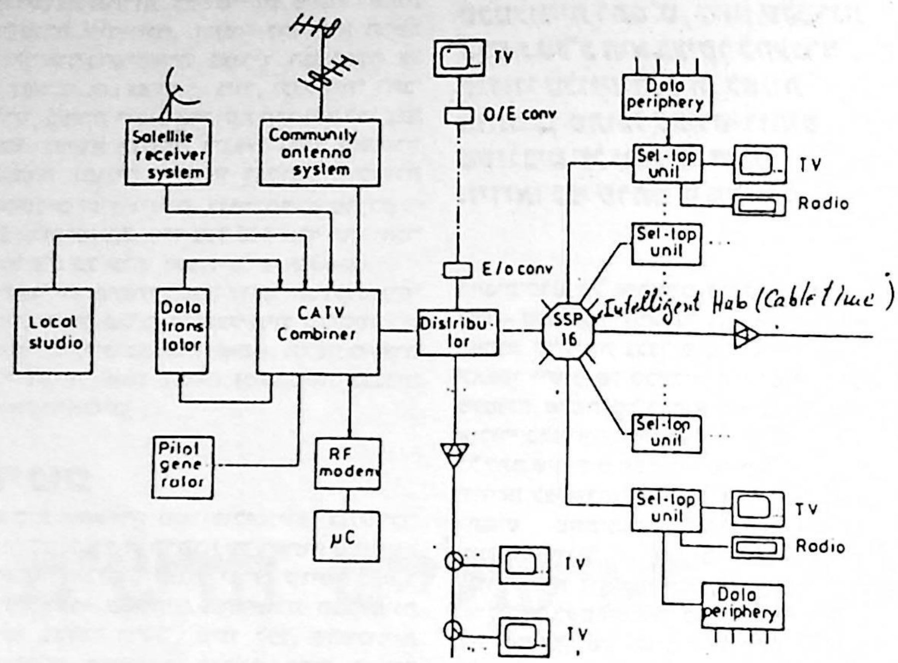



Figure Experimental multiservice CATV network in the PKI (Hungary)

## תקן IEEE-802.7 ורשתות מקומיות רחבות־סרט

ב־1990, לאחר חמש שנים של עבודה מאומצת, אישרו ANSI ו־IEEE את התקן IEEE 802.7 עבור רשת מקומית רחב־סרט.

חשיבותו של תקן זה נובעת מהעובדה שלמרות הפיתוח המואץ של רשתות מבוססות סיבים אופטיים, עוד זמן רב יהיה שימוש ברשתות מקומיות המסוגלות להעביר נתונים במהירויות עד ל־20 מסל״ש, כמו רשתות אסימון קו־צבירה בתקן IEEE80.4, או CSMA/CD לפי תקן IEEE802.3.

פיתוח מעניין מהווה גם רתמ״ט מבוססת סיבים אופטיים בתקן 802.7, שנעשה בחברה

***רשתות תקשורת מטרופוליטניות, בגלל יכולתן לשלב את היתרונות של רשתות מקומיות ורשתות ארוכות טווח, יפרצו קדימה בעשור ה־90׳, כפי שרשתות התקשורת המקומיות פרצו בעשור ה־80׳.***

BROADBAND NETWORKS INC. OF PA. ע״י צוות מומחי טלוויזיה בכבלים.

רק התקן IEEE 802.7 תואם את דרישות טל״כ (טלוויזיה בכבלים). קיים רק הבדל אחד, לא משמעותי, בגלל הדרישה להתאמת תקן זה גם לתקן 802.4.

התקן 802.7 יכול להיות גם הבסיס לתכנון רשת טל״כ. בעצם גם רשת טל״כ מהווה רשת מקומית רחבת־סרט.

בארץ חברת ׳פייזקום׳, הממוקמת בירושלים, מייצרת רשתות מקומיות רחבות־סרט, לפי התקן IEEE-802.7. (להבדיל מהטכנולוגיה של רתמ״ט המבוססת על תקן IEEE-802.6 ב־ATM).

תקן 802.7 מבוסס על מיתוג־מעגלים ב־STM וריבוב בחלוקת תדרים.
גם חברות אחרות, כמו סייטק, פיתחו רשתות תקשורת עירוניות. דוגמה לכך היא הרשת הבין־אוניברסיטאית בציריך המבוססת על SYTEKS LOCAL NET 20 ציוד, וכבל אחד רחב־סרט, בעזרת ריבוב בחלוקת תדר ולא לפי IEEE 802.6. הרשת הוקמה ב־1981 והיא מאפשרת העברת נתונים, וידיאו ובקרה, ותקשורת מחשבים דו־כיווניים. רוחב־הסרט מחולק ל־15 ערוצים, כל אחד בעל 400 אלף הרץ והניהול ע״ג כל ערוץ נעשה על פי CSMAKD.
בהונגריה, פיתחו במכון לחקר הטלקומוניקציה, רשת טל״כ רב־תכליתית מבוססת על מיתוג מיני־כוכב (MINI-STAR). הרשת מיוצרת ע״י חברת CABLE TIME ומשתמשת בכבלים קואקסיאליים.

## סיכום

רשתות תקשורת מטרופוליטניות, בגלל יכולתן לשלב את היתרונות של רשתות מקומיות ורשתות ארוכות טווח, יפרצו קדימה בעשור ה־90׳, כפי שרשתות התקשורת המקומיות פרצו בעשור ה־80׳. נוסף לכך, טכנולוגיית הרתמ״ט מאפשרת הכללה בתוך רשתות רחבות־סרט של שירותים סיפרתיים משולבים – טכנולוגיה המגיעה גם לארץ. הקמת רשתות טלוויזיה בכבלים בכל אזורי הארץ תאפשר יישום של טכנולוגיית רתמ״ט, כיוון שלמרות שרשת טל״כ היא בעיקר להעברת שידורי טלוויזיה, ניתן לשנות אותה כך שתוכל לתת שירותים משולבים של נתונים, דיבור ווידיאו כפי שרתמ״ט מסוגלת.

***הקמת רשתות טלוויזיה בכבלים בכל אזורי הארץ תאפשר יישום של טכנולוגיית רתמ״ט, כיוון שלמרות שרשת טל״כ היא בעיקר להעברת שידורי טלוויזיה, ניתן לשנות אותה כך שתוכל לתת שירותים משולבים של נתונים, דיבור ווידיאו כפי שרתמ״ט מסוגלת.***

רתמ״ט מתאימות לעסקים להעברה אינטראקטיבית של נתונים בעלות נמוכה. עבור שימוש ביתי, ניתן לצאת מרשת טל״כ ושילוב עם רשת הטלפון, כדי לספק את הדרישה הגדולה של הציבור לשירותי וידיאו ולשרותי תקשורת בכלל. השימוש בחינוך, תעשייה, בריאות ועוד מהווים דוגמאות נוספות ליכולת רתמ״ט לחדור לשוק הצרכנים.
הבעיות העומדות עוד בפיתוח הרתמ״ט הן בכמה מישורים: טופולוגייה, מהירויות של העברת נתונים, פרוטוקולי גישה, ועוד.
שוק חשוב לפיתוח הרתמ״ט הוא השימוש הביתי; ׳המייל האחרון׳, קישור הבית לרשת הכללית, מהווה השקעה חשובה מאד ומתחרים עליה חברות הטלפונים ורשתות הטלוויזיה בכבלים.
מעריכים שבארה״ב התשתית הקיימת היא בערך בהיקף של 300 מיליארד דולר. בקרוב גם סיבים אופטיים ישתתפו בתחרות.
בכל מקום רתמ״ט יכולים להיות בסיס עבור B-ISDN, כיוון שיש תיאום ביניהן. הצלחת ה־B-ISDN מתבססת על שיקולים כלכליים, בעצם על דרישות השוק. ISDN, שהוא צר־סרט ושכבר נמצא בשימוש, משרת מטרות טלפוניות והעברת נתונים במהירויות מסויימות. ל־B-ISDN הנמצא עדיין בתהליכי פיתוח, ישנם יתרונות רבים: קיבול תמסורת גדול המאפשר קשר בין מחשבים גדולים, HDTV, ווידיאו אינטראקטיבי, צילומים רפואיים וכו׳.
מבחינת המשתמש ה־B-ISDN מהווה מדיה ויזואלית שהיא מאד חשוב להם והרתמ״ט יכולה להיות חלק של ברשת כזו.■

# שירותי תקשורת לא־קוליים חדשים

הופעתם של שירותי תיקשוב חדשים – וידיאוטקס, טלטקס, פקסימיליה – גוררת פיתוח של מסופים מסוגים שונים ע"י יצרנים שונים לכל אחד משירותים אלו.

מסופים אלו שונים אחד מהשני באופן הפעלתם. הם תופסים מקום רב במשרד ובסך הכל ריבויים והשוני ביניהם מהווים מיטרד למפעיליהם. לכך המגמה בעתיד תהיה פיתוח מסופים משולבים אשר ישמשו כתחנות עבודה למיגוון רחב של שירותים.

## וידיאוטקס

אחד הפיתוחים האירופאיים המתקדמים בתיקשוב נקרא וידטה או וידיאוטקס. מומחים רבים צופים שהשפעת הוידיאוטקס על צורת החיים שלנו ב־50 השנים הבאות לא תהיה פחותה מההשפעה שהיתה לטלפון ב־50 השנה האחרונות.

וידיאוטקס משלב ציוד לאחסון ואחזור מידע יחד עם ציוד תקשורת כדי לאפשר למספר רב של אנשים לגשת אל מאגרי מידע ממוחשבים.

התכונה החשובה ביותר של הוידיאוטקס היא השימוש במכשיר הטלביזיה כמסוף מצג. השילוב בין מכשיר הטלביזיה לבין רשת הטלפונים מאפשר לבסס את הוידיאוטקס כשירות תקשורת המוני.

ישנם שלושה סוגים של מערכות וידיאוטקס (לפי הטכנולוגיות השונות המשמשות בהן):

א. וידיאוטקס קווי. מערכת כזו משתמשת בד"כ במקלט טלביזיה המחובר דרך קו טלפון אל מחשב אינטראקטיבי, כלומר מחשב המעביר למשתמש רק את המידע שהתבקש.

ב. וידיאוטקס משודר (טלטקסט או וידאוטקסט). מערכת זו משתמשת במקלט טלביזיה וגלי רדיו. המחשב משדר את כל המידע האגור בו במחזוריות קבועה והמשתמש בורר פריטי מידע.

ג. וידיאוטקס בכבלים. גם פה בד"כ משודר כל המידע, אולם דרך טלביזיית כבלים.

## רשתות וידיאוטקס

הביקוש הרב הקיים בעולם לשירותי מידע המוניים ופשוטים להפעלה ניתן לסיפוק באופן כלכלי ע"י שילוב של שני מרכיבים. מצד אחד שיפורים בטכנולוגיה של מסופי המצג והורדת עלותם כתוצאה מייצור המוני ומצד שני פיתוח אמצעים לתקשורת נתונים כגון הוידיאוטקס.

הדור הראשון של מערכות וידיאוטקס היה מבוסס בעיקר על אחזור נתונים. מערכות הדור השני, אשר צמחו בעיקר מהפרסטל הבריטי ושירותים אחרים, מתפתחות בעיקר לכיוון של שירותים ציבוריים של אספקת מידע וביצוע עסקות, כגון אחזור מידע ממאגרי נתונים שונים, משלוח דואר אלקטרוני, טל־וועידות, בנקאות ועוד. מערכות מדור זה שמות דגש חזק יותר על השימוש בוידיאו כאמצעי תקשורת.

מערכות אחרות יתנו שירותי תקשורת בין משתמשים לבין עצמם או בין משתמשים לספקי מידע.

כיום פועלות כבר מערכות וידיאוטקס ב־מספר מדינות:

וידטה בבריטניה; טלטל (TELETEL) בצרפת; C.E.P.T. בגרמניה; טלידון בקנדה(NAPLPS); CAP-TAIN ביפן.

גם בישראל ישנה פעילות בתחום הוידיאוטקס (בנק הפועלים, בנק המזרחי, בל"ל ועוד).

חברות ידועות נכנסות לתחום הוידיאוטקס. יבמ למשל הכריזה על מערכת הוידיאוטקס שלה SVS/1 (SERRIES/1 VIDEOTEX SYSTEM).

מערכת זו תומכת גם בשני פרוטוקולים: NAPLPS (NORTH AMERICAN PRESENTATION LEVEL PROTOCOL SYNTAX) ופרסטל.

מרבית מסכי ה־SVS/1 מציגים את המידע במתכונת וידיאוטקס, בד"כ בצבע, ופעמים רבות בשילוב של תמליל עם גרפיקה.

התצוגה יכולה להיות אלפא־גיאומטרית (ו־NAPLPS) אשר מספקת מיגוון רחב של פרטים, צבעים והצללות – או אלפא־מחאיקה (פרסטל) הנוחה לאחסון והעברה של צורות.

המערכת כוללת גם אפשרויות תגובה, כגון מילוי שדות, דואר אלקטרוני ועוד.

## אמצעי תקשורת

כדי להעביר מידע בתוך הרשת יש צורך באמצעי תקשורת. זה יכול להיות רשת טלביזיה (שידור או כבלים), מערכת הטלפונים, או רשת תקשורת נתונים בכבלים או סיבים אופטיים.

נראה שבטווח הארוך האמצעי המועדף יהיה רשת דיגיטלית משולבת והמימשק המועדף למשתמש יהיה X.25, מכיוון שהוא מאפשר הפרדה בין תיפקודי העברת מידע לבין תיפקודי עיבוד נתונים ומאגרי מידע. נראה גם שמסוף נתונים אחד ישמש לרשת דיגיטלית טלפונית ורשת דיגיטלית לא טלפונית גם יחד.

יש גם היבטים משפטיים בפיתוח תקשורת וידיאוטקס, בעיקר זו המבוססת על רשת קוית. היבטים אלו נוגעים למדיניות הקשר עם ארצות חוץ, דרכי הפיקוח על הפעלת הוידיאוטקס והשימוש בו, בעיות מונופול ועוד.

בסיפרות המקצועית אפשר למצוא הרבה תיאורים של רשתות וידיאוטקס קיימות ומתוכננות, החל מרשתות עם מאגר נתונים מרכזי כמו הפרסטל האנגלי והטלידון הקנדי דרך תשלובת מאגרי נתונים כמו הבילדשרימטקסט הגרמני והפרוייקט הצרפתי בוליזי ועד רשתות רב־שימושיות כמו האומניטל בקנדה.

האומניטל הקנדי יפיץ מיגוון רחב של שירותי מידע באמצעות רשת קווית דרכיוונית אשר תוחלף במועד מאוחר יותר ע״י רשת סיבים אופטיים.

השירות הראשון המתוכנן ליישום באומניטל נקרא IDA. מטרתו של פרוייקט זה לבחון את הישימות של פיתוח רשת דרכיוונית על פס רחב אשר תספק את כל צרכי התקשורת, כולל טלפון, במסגרת רשת אחת.

כדי לטפל בו זמנית בקול, תמונות ונתונים יש צורך במוביל בעל פס רחב, כמו סיבים אופטיים או כבל קואקסיאלי. פרוייקט IDA מבוסס על כבל קואקסיאלי מכיון שזה המוביל הקיים ברשת ומכיון ש־85 מהמנויים קשורים לרשת טלביזיה בכבלים.

כדי לאפשר תקשורת דרכיוונית היה צורך להחליף את מגברי ה־CATV החד־כיווניים במגברים דרכיוונים על פס רחב יותר, כדי שיוכלו לפעול בשני כיוונים ולהעביר עד 35 ערוצי וידיאו.

מערכת אומניטל תוכננה ומיוצרת ע״י יצרן קנדי מויניפג. המערכת משתמשת ברשת היראריכית שבה כל שכבה מנהלת את פעילות השכבה שמתחתיה ומפקחת על פעילות כל השכבות מלמטה.

הניסוי כולו צריך לבדוק את עלויות התפעול והתחזוקה וכן את השימוש בתקשורת אופטית בשני הכיוונים.

יישום חדש יותר על סיבים אופטיים הינו BIGFON בגרמניה

## וידיאוטקס וטכנולוגיות הקשורות בו

ישנם היום 4 סוגי שירותי תקשורת לתחומים המילוליים והגרפיים: טלקס, טלטקס, פקסימיליה וודיאוטקס.

טלקס הינו שירות דמוי־טלגרף, הפועל בין נקודות מוגדרות מראש ברשת מיתוג שמטרתו להעביר טקסטים הכוללים סימנים אלפא נומריים. זוהי מערכת חצי־דופלקס במהירות של 50 סימנים לשניה. כל סימן בנוי מ־5 סיביות ומיגוון הסימנים כולל אותיות, ספרות וקומץ של סימנים אחרים, כגון סימני פיסוק.

מוצאו של הטלקס הינו מהטלפרינטר. ב־1931 חלו התפתחויות משמעותיות בטכנולוגיות הטלפרינטר – לוח מקשים דמוי מכונת כתיבה, סרטי נייר מנוקבים, נהלים של התחלה וסיום.

ב־1932 נפתח בבריטניה שירות טלפרינטרים ברשת מיתוג, עדיין ע״י חיבור ידני אשר נקרא טלקס.

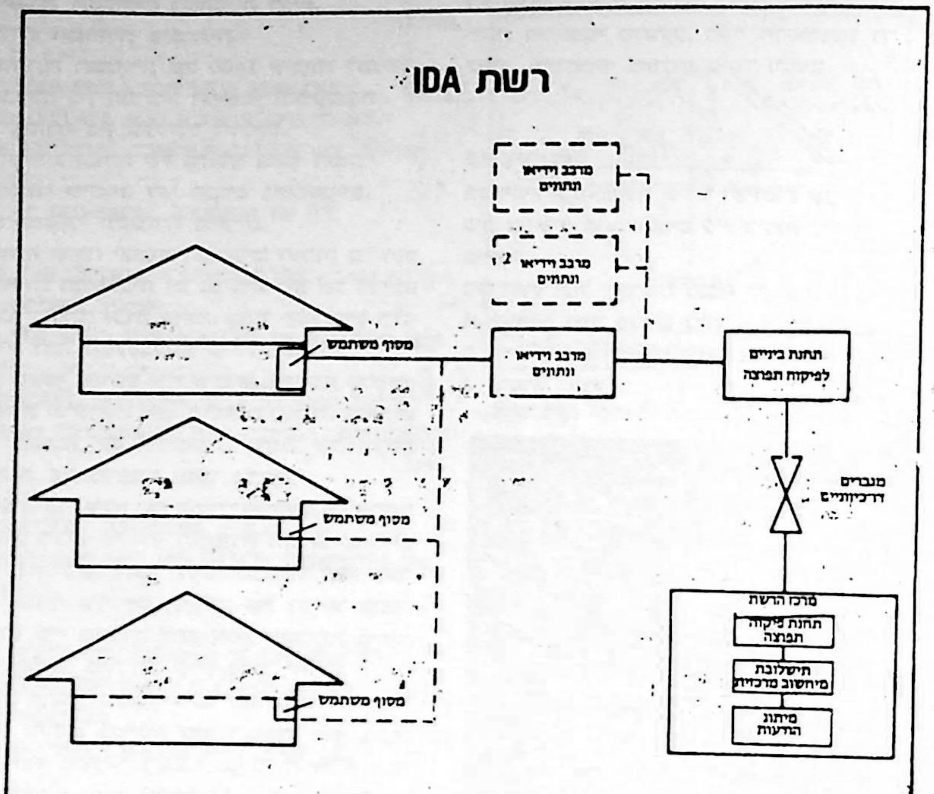
אחרי 1945 הטלקס התפתח במהירות. הוקמו מרכזיות בינלאומיות והשירות התרחב.

בשנות ה־60 התפתחה טכנולוגיית תקשורת הנתונים אשר איפשרה העברת נתונים בין מחשבים למחשבים ובין מסופים למחשבים באמצעות קוי טלפון וטכנולוגיה זו איפשרה גם את הטלקס המודרני הממוחשב.

בשנות ה־70 וה־80 מערכות ויודטה העלו את הצורך לקשר אמצעים שונים (מחשבים, טלפון, מסופים, טלקס) למערכת אוטומטית כוללת שנקראה טלטקס. הטלטקס השתמש ברשת הטלפונים בשביל ליצור קשר בין שני מנויים. לאחר שנוצר קשר בדרך של חיוג טלפוני רגיל שני הצדדים מעבירים את השיחה אל הטלפרינטרים. השראה חשמלית גורמת להפרעות ושגיאות שידור גם בטלפרינטר וגם בטלקס. לכן הוקמו רשתות שמע מיוחדות המשתמשות בזרם ישר להעברת איתות למרכזת טלקס. השלב הבא לאחר מרכזות טלקס ידניות היה התקשורת בעזרת חיוג למרכזת ידנית. ב־1955 נכנסה שיטת חיוג מנוי ואח״כ הופיעו מרכזות מיתוג אוטומטיות עם חיוג של המנוי.

לאחר מכן הופיע שירות טלקס בין־יבשתי באמצעות רדיו. לשם כך השתמשו בערוצי שמע במערכות תמסורת. בשנים האחרונות משתמשים גם בלוויינים בשביל תמסורת של איתות טלקס. עם ההתקדמות הטכנולוגית הומצא סופר־טלקס שנקרא טלטקס.

טלטקס הוא שירות לתקשורת בין מסופים המשמשים להכנה, עריכה והדפסה של תכתובת. המידע מועבר מזכרון לזכרון באמצעות רשת טלפונית ציבורית ממותגת (יש להבחין בין טלטקס וטלטקסט – האחרון הינו שירות דומה לוידי־





תחנת טלקס מודרני T4200 מתוצרת חב' סימנס.

אוטקס).

טלטקס הינו שירות חדש. הוא הוצע לראשונה ע"י משרד הדואר הגרמני בתערוכת הנובר בשנת 1980. הרעיון הבסיסי המונח בשירות זה הוא לתת תקשורת של תכתובת, אולם ברמת שירות גבוהה יותר מזו הניתנת ע"י הטלקס.

לטלטקס יש יותר סוגי סימנים מאשר בטלקס. המילה הינה בת 7 סיביות (ITAS EXTENDED ASCII). יש לו אותיות גדולות (CAPITALS), אותיות קטנות, ספרות, סימני פיסוק, סימנים גרפיים. הטלטקס הינו מהיר יותר – שידור של דף A4 בטלטקס לוקח כ־10־6 שניות לעומת 300 שניות בטלקס.

מהירות ההעברה הינה בד"כ 2400 סיביות לשניה ומחיר התמסורת הינו נמוך יותר.

בין המאפיינים הטכניים של טלטקס כלולים: תאימות בינלאומית בין כל המנוים; הפצה של מדריכי מנויים (כמו ספר טלפונים); איכות השירות מובטח ע"י שירותי הדואר של כל מדינה; שילוב עם מערכת הטלקס הרגילה.

מסוף הטלטקס משמש ליישומים מקומיים כגון עיבוד תמלילים ועריכה. מצד שני התקשורת בין מסופים אינה מבוססת על קשר מקומי של זכרון לזכרון (התצוגה של הודעה מתקבלת הינה פעולה מקומית). ישנה הבחנה ברורה בין החלק המקומי של המסוף הנועד לפעולות מקומיות לבין החלק האחראי לתקשורת – שידור וקליטה.

התפישה הזאת מאפשרת פיתוחים ושינויים בעתיד בפעולה המקומית בלי שזה ישפיע על החלק האחראי לתקשורת. מאידך אפשר לשפר את החלק התקשורתי בלי להפריע או להשפיע על החלק המקומי.

מאפייני השירות העיקריים של הטלטקס הינם כדלקמן:

• קיום רמה בסיסית של תאימות בין מסופים של יצרנים שונים כדי לאפשר תקשורת בין כל המנויים.

• אפשרות פעולה בשילוב עם טלקס.

• אין מיגבלות על נהלי ההפעלה ליצירת תמליל ומיקומו ע"ג דף ההדפסה. אפשר לכתוב תמליל כפי שזה נהוג במכונת כתיבה משרדית רגילה.

מבחינת הרשת – שירות טלטקס ניתן להעברה באמצעות תת־מערכת מיתוג המעגלים במסגרת רשת סיפרתית משולבת כוללת.

התחנות תהיינה קשורות דרך מימשק רשת המוגדר ע"י המלצת C.C.I.T.T. X.21 במהירות העברה של 2400 סיביות לשניה. מימשק חדש זה ניתן ליישום, מבחינה טכנית ע"י יחידת קצה בקו במסגרת מערכת מיתוג אלקטרונית ELECTRONIC DATA SUWITCHING). טכניקה זו (EDS) מבטיחה כישורי שירות טלקס כגון קיבולת גבוהה של גישה, שעור נמוך של שגיאות, ואמינות גבוהה. גישה לרשת טלקס אפשרית ע"י יחידת המרה טלקס־טלטקס אשר ממירה את הנהלים, את הקוד ואת מסגרת הקוד. המרת מהירות יכולה להתבצע ע"י אחסון ביניים (BUFFERING) של ההודעה.

בעייה שעדיין נמצאת בדיון הינ: הגישה מרשת טלטקס למרכזת פרטית אוטומטית (PABX) ברשת הטלפון. לשימוש במרכזות פרטיות יש חשיבות רבה עבור המשתמש, מפני ששימוש כזה מאפשר תמסורת פנים־ארגונית של מסמכים בין המרכזות הקיימות בעזרת ציוד טלטקס.

בארצות שיש בהן רשתות תקשורת סיפרתית לשירותים משולבים (ISDN) צפוי שתקשורת סיפרתית, המשתמשת בסיבים אופטיים ובטלפוניה סיפרתית, תיצור אפשרות של שילוב כל שירותי התקשורת (נתונים, דיבור, תמונות).

הדואר הגרמני אשר הציג לנסיון את הטלטקס הראשון ב־1980, המשיך ב־1981 ו־1982 בפיתוח שני נסיונות נוספים שהיו מבוססים על יישום מעשי לצורך עיסקי (כגון בענף הבנקאות).

בשנת 1982 הצטרפה אוסטריה והכניסה טלטקס לשימוש בתוך הארץ ולתקשורת בינלאומית. ב־1983 הצטרפו קנדה ונורבגיה. בקרוב צפוייה התקנת שירות טלטקס בארצות הברית ושבדיה. ארצות נוספות נמצאות בשלבי תכנון.

לפי התחזיות, ב־1985 הטלטקס יהווה חלק ניכר מהתקשורת בכל ארצות אירופה ואמריקה הצפונית וכן באמריקה הלטינית.

שירות הטי'טקס הגרמני מבוסס על המאפיינים

הבאים:

- העברת תמלילים במתכונת דפים.
- צורת תמסורת סיפרתית.
- מהירות תמסורת של 2400 סיביות לשניה.
- הבדלה בין המרכיב המקומי והתקשורתי.
- תקשורת בין טלטקס לטלקס.
- דחיסות גבוהה של נתונים בתוך הקוד.
- קבוצת סימנים לפי תקנים בינלאומיים.
- פרוטוקולי תקשורת תקניים.

יש עתה הרבה יצרנים המציעים תחנות טלטקס עצמאיות המשלבות גם גם כישורים של מכונות כתיבה בעלות זכרון פנימי. עתיד הטלטקס תלוי במידה רבה בהתקבלותו ע״י המשתמש.

נסיון מעשי שנרכש ע״י שימוש מתחנות טלטקס ריכתיות וביזוריות נתנו תוצאות טובות. בשימוש ישנן תחנות עם גירסאות שונות של הקשה ואחסנה, עם מדפסת ומסך וידיאו.

הדואר היפני, שלא כמו משרדי התקשורת בארצות אחרות, מציע שירותי תקשורת נתונים הכוללים מרכז מחשבים, רשת תקשורת וציוד קצה לנתונים. מסוף טלטקס הנסיוני של הדואר היפני, שפותח ע״י מעבדה לתקשורת חשמלית ביוקרשוה, מורכב מיחידת קלט/פלט, יחידת עריכה ויחידת אחסון. המסוף היפני מתוכנן להיות קשור לרשת נתונים בשיטת מיתוג מנות. הפרוטוקול הנמוך הוא בהתאם ל־HDLC-BA עבור שכבת הנתונים ול־X.25 עבור שכבה 3 – שכבת ההעברה.

הדור החדש של הטלטקס שצפוי שיהיה רב שימושי להעברת נתונים בין מסוף למחשב וגם בין מסוף למסוף. המסוף הרב שימושי המוצע יכול להעביר גם מידע לא מקודד כדוגמת פקסימיליה וגם סוגים שונים של מידע מקודד כמו סימנים אלפא־סיפרתיים וגרפיים.

צפוי שהדור הבא של שירותי טלטקס יביא איתו גם מסופים מתקדמים שיטלו תפקיד חשוב ברשת סיפרתית לשרותים משולבים.

## היבטים כלכליים

יש להבטיח שכל הפיתוחים האלו לא יגרמו לייקור ניכר של השירות. לשם כך יש לייעל את ייצור מרכיבי המסוף ולהביא בחשבון גם את הגורמים הכלכליים – ולא רק הטכנולוגיים.

לתיפקודים מתוחכמים של טלטקס – כמו בקרה, עריכה, תקשורת וכד׳ – יהיה צורך בכמות גדולה של זכרונות מבוססי VLSI הן לעיבוד והן לשטחי אחסון ביניים.

ע״י טכנולוגיות VLSI, מסופי טלטקס נעשים יותר כלכליים: הגודל הפיזי מצטמצם, דרושים פחות מעגלים ומושגים שיפורים באמינות.

תחנת טלקס שהיתה בשימוש עד עתה כללה מסוף טלקס להעברת הודעות, מדפסת מקשים ומסך תצוגה. מסופים הדרושים לטלטקס כוללים תיפקודים רב־שימושיים להעברת הודעות, גישה לרשת, עיבוד נתונים, בסיסי נתונים וכו׳.

כתוצאה מכך לשירות טלטקס ישנו ערך נוסף של שילוב עם רשתות תקשורת ומחשבים.

כמו״כ הודות לשילוב רשתות תקשורת אפשר עתה להבטיח: תקשורת רב־נמענית, אחסון, תקשורת בין סוגי ציוד שונים כולל טלטקס.

ווידיאוטקס אינטראקטיבי המתוכנן לעתיד יקשר בין שלוש קבוצות חשובות בתוך קהיליה רחבה יותר: משתמשי טלטקס, מנויי וידיאוטקס דו־כיווני, ומשתמשי מערכות עיבוד נתונים.

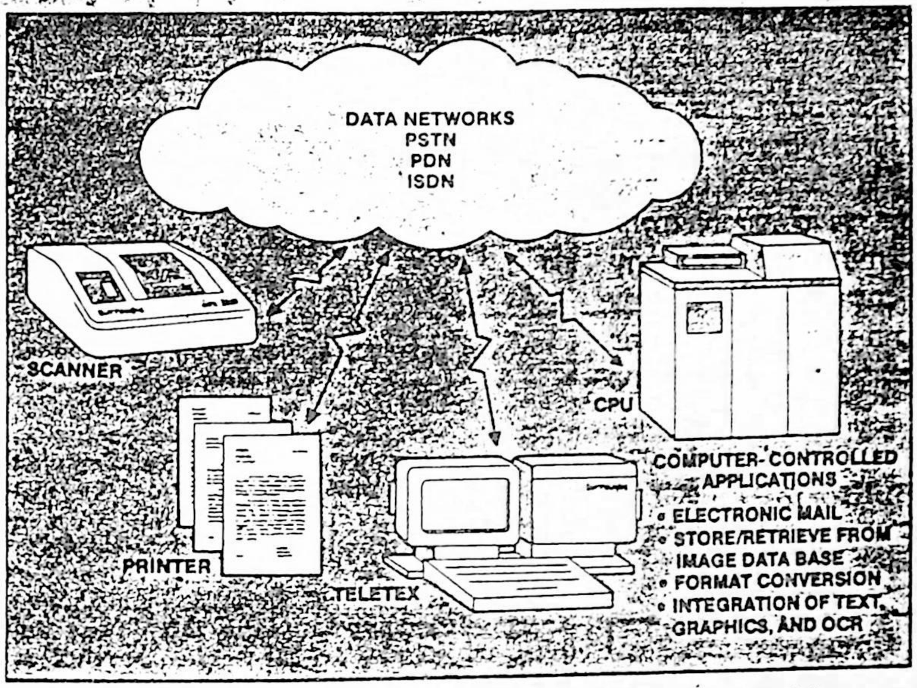
## פקסימיליה

פקסימיליה מאפשרת שידור ושידפוס של מסמכים כתובים או מצולמים ע״י שימוש בטכניקת סריקה.

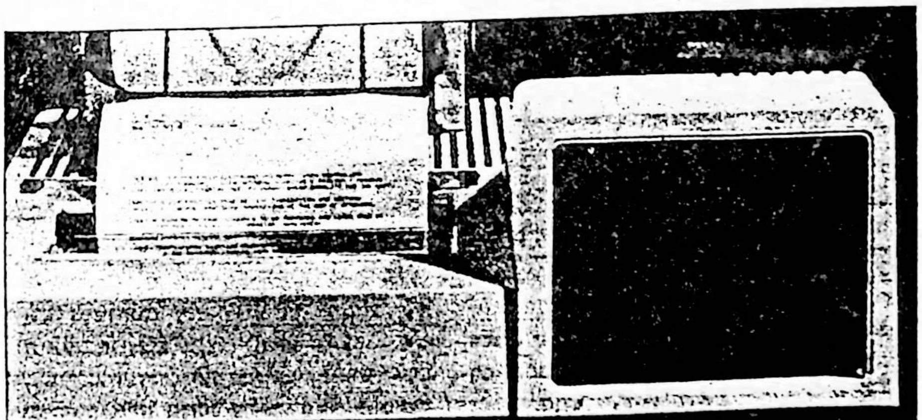
השידפוס יכול להעשות בכמה דרכים:

א. שימוש בשני מצבים בלבד – שחור ולבן.
ב. שימוש בגווני ביניים של אפור.
ג. שימוש בצבע.

הפקסימיליה הינו מתקן פשוט חול יחסית. הוא מחובר אל קו הטלפון. המנוי המשגר מניח את המסמך על מכשיר הפקסימיליה הנמצא אצלו ומחייג למנוי המקבל. לאחר שנוצר הקשר הטלפוני, שני המנויים מקישים ע״ג מקש מסויים במכשיר הפקסימיליה ואז ניתק הקשר הטלפוני ונוצר קשר בין שני מכשירי הפקסימיליה. קרן אור במכשיר המשגר סורקת את עמוד המסמך ומתרגמת את אשר היא רואה לצלילים: נקודה כהה – צליל גבוה נקודה בהירה – צליל נמוך. הצלילים משוגרים באמצעות קו הטלפון אל המכשיר הקולט אשר חוזר וממיר את הצלילים לסימנים המופיעים על הנייר: צליל גבוה – נקודה כהה, צליל נמוך – נקודה בהירה. קרן האור סורקת




תמונה ותמליל: רשת תקשורת נתונים



מסוף טלקס מודרני, מאפשר עריכת הודעות ואחסונן בעזרת לוח מקשים, מסך וזכרון פנימי.

נקודה אחר נקודה, שורה אחר שורה – את המסמך ותוך זמן הנמדד בדקות או עשרות שניות המסמך מועבר אל המכשיר הקולט.

מכשיר הפקסימיליה הראשון הומצא ע"י הסקוטי אלכסנדר ביין ונרשם כפטנט עוד ב־1843. שנים אחרות אחריו המציא האנגלי בייקוול שכלול מכני חשוב הנמצא בשימוש עד היום.

הממציא החשוב הבא היה ד"ר ארטור קורן מגרמניה, אשר בראשית המאה הנוכחית הדגים מערכת להעברת תצלומים, בתחילה באירופה וב־1922 גם בשידור רדיו לאמריקה.

ממציאים אחרים בשטח, בתחילת המאה, היו הצרפתים קלמנט אדר ואדואר בלין, האנגלים ברטולומיאו ומק־פרלן ומהנדסים רבים שעבדו בחברת RCA ווסטרן יוניון ובחברת הטלפון בל.

השימושים המעשיים בפקסימיליה הם, לפי סדר הופעתם ההיסטורי: העברת תצלומי חדשות, העברת מפות מטאורולוגיות ולבסוף העברת מסמכים משרדיים לשימוש עולם העסקים.

אחד היתרונות העיקריים של הפקסימיליה הוא שכל מיסמך מועבר בדיוק כמו שהוא נראה. יתרון זה מאפשר לפקסימיליה להיות מכשיר שידור מצויין למסמכים גרפיים, טקסט בכתב יד, חתימות, או מסמכים בשפות או סימני כתב שונים ומשונים.

איכות המסמך המתקבל דומה לעותקים של מכונת העתקה משרדית. כאמור, הפקסימיליה אינה המצאה חדשה כל ועיקר ובמשך שנותיה הרבות עברה מספר גלגולים ושכלולים. ניתן להבחין בין קבוצות או סוגי פקסימיליה כדלקמן:

קבוצה 1: מכשירים איטיים אשר דורשים 6–4 דקות להעתקת עמוד אחד ומשתמשים במעגלים אנאלוגיים. מכשירים אלו מתאימים לשימוש מזדמן.

מכשירי פקסימיליה מקבוצות 2 (אנאלוגיים) ו־3 (סיפרתיים) מיועדים לשימוש מסחרי־תיפעולי בחברות, משרדי דואר וכדומה. הם מורכבים ויקרים יותר מהמכשירים הנימנים על הקבוצה הראשונה.

המכשירים מקבוצה 2 משדרים דף תוך 3–2 דקות ואילו מכשירים מקבוצה 3 במשך 60–30 שניות. פקסימיליות המשדרות מהר הן יקרות יותר במחיר הציוד אולם חסכוניות יותר בזמן שידור.

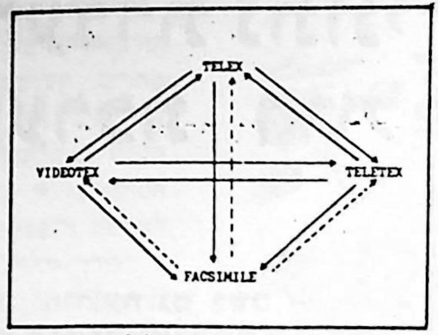
למכשירים מקבוצה 1 או 2 דרושים כמעט מיליון סיביות כדי להעביר עמוד בגודל קוורטו, בזמן שלמכשירי קבוצה 3, הודות לדחיסת נתונים, מספיקים רק 150,000 סיביות.

למכשירי קבוצה 4 יש מהירות גבוהה יותר, (עד 54 אלפי סיביות לשניה לעומת 9.6 אלפים במכשירי קבוצה 3) ולכן מאפשרים העברת עד 6 עמודים במשך דקה באיכות תמונה גבוהה יותר.

כדי ליצור תאימות בין מכשירים שונים נוצרו סטנדרטים של CCITT.

מכשירים הנמנים על קבוצה 4 פותחו ע"י יצרנים אמריקאים, כגון בורח זירוקס ו־A.T.&T. וגם יצרנים אירופאים.

התקנים של מכשירים אלו מבוססים על תקני ISO, המבחינים בכל מכשיר ב־7 שכבות תיפקודיות,




קשרים אפשריים בין שרותי תמליל ותמונות.

החל מהשכבה הפיזית ועד לשכבה היישומית – שכבת המשתמשים. שלושת השכבות התחתונות הינם לפי תקני X.25.

תקני טלטקס החדשים ייכללו גם הם במכשירי קבוצה 4. התקנים הוצעו ביוני 1983 ויישומו כנראה במשך שנת 1984, וכנראה שהיצרנים ייצרו מכשירים לפי תקנים אלו תוך 3–4 שנים.

בינתיים מספר יצרנים הזדרזו והכריזו על מכשירים הכוללים את תקני קבוצה 3. ביניהם נמצאים המכשירים PANAFAX UF 520 EX של מטסושיטה; 6003 של KALLE INFOTEC; NEFAX 6500K של NEC; DEX 5100 של בורח; 9600 של 3M; 3530 של DTT; PDF של פלסי; R-1850 של רפידקום.

למרות שעדיין מרבית מכשירי הפקסימיליה הם עצמאיים נראה שהעתיד מוביל לשילוב הפקסימיליה כחלק במערכת רב־תיפקודית המשלבת קול, נתונים, תמליל וחזות.

שילוב אפשרי אחר הינו של פקסימיליה, מעבד תמלילים ודואר אלקטרוני על בסיס של תקן טלטקס.

העברת תמליל עשוייה לדרוש בעתיד גם צירוף של מרכיבים גרפיים בעזרת מסוף פקסימיליה.

מערכות חזות משולבות שיקומו בעתיד הקרוב יציעו מיגוון מלא של כישורים לטיפול בתמליל ותמונות כאחד.

נוסף לכישורים שונים (כגון איכות הדפסה טובה יותר ושימוש במדפסות ללא הקשה עבור תמלילים וצורות כאחד) הטכנולוגיה החדשה של מכשירי קבוצה 4 תאפשר גם דחיסת נתונים גבוהה יותר, אחסון זול יותר, העברה בפס רחב, שילוב פקסימיליה לתוך מחשבים ומערכות משרדיות.

ע"י שימוש באותות סיפרתיים, מידע הנקלט באמצעות פקסימיליה יוכל להיות מאוחסן מעובד ומועבר ע"י כל שירות הפועל על בסיס סיפרתי ומכשירי הפקסימיליה של מחר ישתלבו בסביבת המיחשוב ותקשורת נתונים.

אפשר להעביר שידור פקסימיליה על רשת נתונים במיתוג מעגלים או מיתוג מנות וכן על רשת הטלפונים הציבורית ורשת על רשת נתונים סיפרתית משולבת.

מקורות:

1. TERMINALS FOR NEW SERVICES
B. CRAMER AND H.J.WINTERBOTHAM
ELECTRICAL COMMUNICATION VOL. 56, NO. 1, 1981
THE TECHNICAL JOURNAL OF ITT.

2. THE VIEWDATA REVOLUTION – SAM FEDIDA AND REX MALIK
ASSICIATED BUSINESS PRESS, LONDON 1980.

3. רשתות הפועלות בתקשורת־מנות (PACKET-SWITCHING), ר. בינס – קשר ואלקטרוניקה, ינואר 1981.

4. VIDEOTEX NETWORK – A.J.S. BALL, G.V. BOCHMAN AND JAN GESCEI. COMPUTER, DEC. 1980.

5. CCITT PROCEEDINGS OF THE SECOND CCITT INTERDISCIPLINARY COLLOQUIUM ON TELEINFORMATION.
MONTREAL/CANADA, 9–12 JUNE 1980.

6. AN INTEGRATED BROADBAND DISTRIBUTION SYSTEM FOR THE EIGHTIES BY J.J.COYNE.
COYNE ASSOCIATES SYSTEMS 87–1313.
BORDER ST. WINNIPEG MANITOBA, CANADA 1980.

7. A RURAL DISTRIBUTION TRIAL WITH FIBRE OPTICS.
B.B. MC CALLUM ELIE, FIBRE OPTICS TRIAL PROGRAM MANAGER FOR CANNADIAN TELECOM. CARRIER ASSOCIATION AND DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS.

8. RURAL CANADIANS FIRST TO LEARN FULL FIBER OPTIC CAPABILITY.
KENNETH B. HARRIS, TELEPHONY NOV. 23, 1981.

9. התקשורת בעידן השרותים המשולבים – ISDN. דוד בירן, חשמל ואלקטרוניקה 1–2, 8.82.

10. העברת נתוני־חזי באמצעות הטלפון – VIEWDATA.
ר. בינס, קשר ואלקטרוניקה, 1982 פבר. מס' 6–7.

11. INTEGRATED IMAGING AND THE MISSING LINK.
R.L. EMERALD, S.A. HALL AND R.J. MANGINI.
TELECOMMUNICATION, SEPT. 1983.

21. TELETEX ON THE GERMAN BANKING SCENEN – ITS APPLICATION, SIGNIFICANCE AND FUTURE PERSPECTIVES.
DIETRCIH JUETERBACK.
TELCOM REPORT 6 (1983) NO. 4.

# Viewdata — העברת נתוני־חוזי באמצעות מערכת הטלפונים

**העברת נתונים בחוזי (Viewdata), הידועה גם בשם Prestel, מהווה שלב נוסף וממד חדש בפיתוח השימוש במקלטי־טלויזיה להעברת נתוני־חוזי באמצעות מערכת החיוג הטלפונית המקובלת. לאחרונה פותחה ונוסתה שיטה זו בבריטניה וגם מדינות אחרות מתכוננות לרכוש ולפתח מערכות Viewdata (כפי שיפורט להלן).**

הניסיון הקודם בשטח זה, שנעשה בשנות ה־60 המאוחרות, מוכר בשם Picturephone או Viewphone, ומבוסס על העברת תמונותיהם של המשוחחים בטלפון באמצעות הטלויזיה. ניסיון זה לא זכה לאהדת־יתר משום ההוצאות הגדולות הכרוכות בהתקנת רשת־תמסורת עניפה, שמטרתה הבלעדית היתה העברת תמונה ברורה באיכות גבוהה של דמות־המשוחח.

שירות העברת־נתונים בחוזי (Viewdata) הוקם בשנת 1975 בהודעה פומבית של הדואר הבריטי על הנהגתו בכל רחבי הממלכה המאוחדת. הודעה זו באה בליווי הדגמת המכשור הפעלתו ופרסום תכנית להכנסת השירות, הראשון מסוגו בעולם, למערכת החיוג הטלפונית בשנת 1979. בתכנית היו מעורבים שירותי הטלקומוניקציה ותעשיית מקלטי־הטלויזיה, יחד עם התעשיות הנלוות כגון תעשיית המוליכים־למחצה ותעשיית המידע. לפי התכנית יש צורך לפתח בעתיד אפשרות ליצירת עותק כתוב (Hard Copy) של המידע המופיע על המרקע — דבר שהינו בעל חשיבות מיוחדת בסקטור המסחרי.

### היבטים טכניים

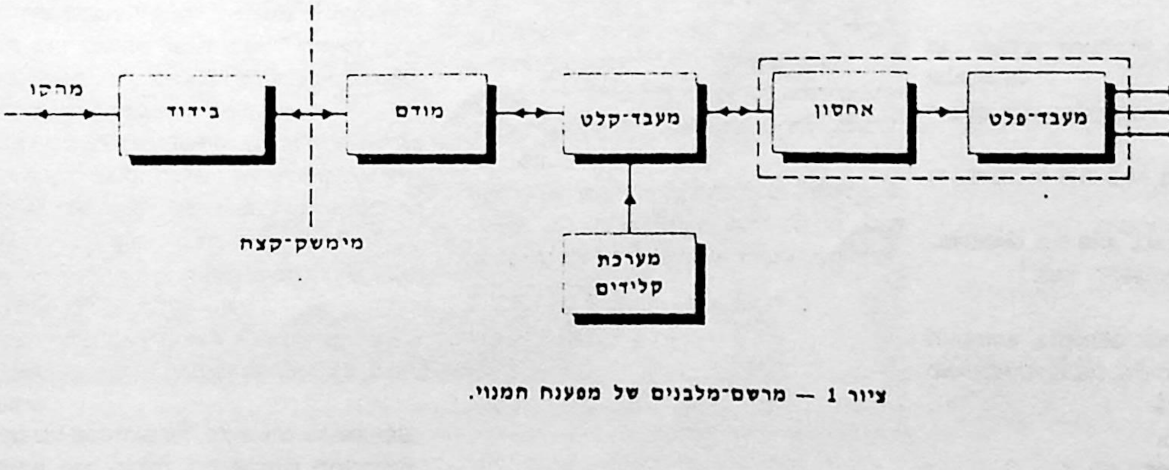
הרעיון של העברת נתונים בחוזי מבוסס על השימוש במערכות קיימות על כל אבזריהן, בצירוף מכשירי־טלויזיה למכשירי הטלפון הקיימים. מרקע הטלויזיה משמש להצגה חזותית של הנתונים.

לבקרת־המנוי משמשת מערכת של 12 קלידים, המחוברת אל קו המנוי הרגיל, המקשר אותו דרך המִרכזת למנויים אחרים. התוספת היחידה — מבחינת המנוי — הינה מכשיר קטן המחובר לקו הטלפון שלו. מנויי הטלפון המצויידים במכשיר זה יכולים להתקשר למחשב הנמצא במרכז חברת הטלפונים (או בכל מקום אחר).

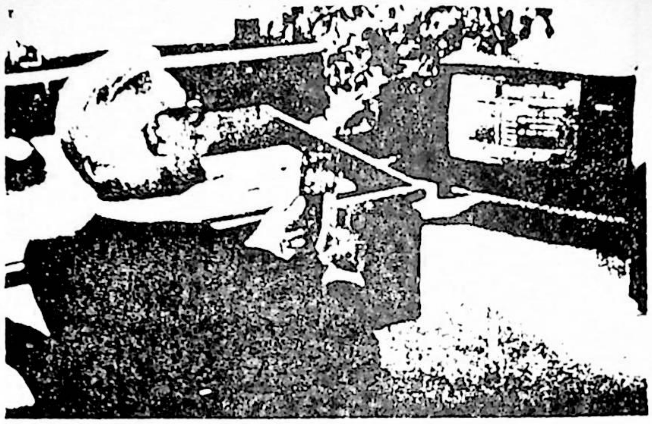
השיטה מאפשרת למנוייה לקבל שירותים רבים, כגון: תשובות לשאילתות, מידע שוטף בתחומים שונים, מסירת־הודעות וקליטתן, שירותי־מחשב ושירותים דו־כיווניים אחרים בעלי השפעה הדדית.

בעיית־מפתח עיקרית בפיתוח השיטה הינו פיתוח המפענח והמימשק למערכות אחרות. המפענח חייב לכלול מערכת־קלידים, מעבד־קלט ומעבד־פלט וכן זיכרון, כדי לאפשר יצירת אותיות, ספרות וסימני־כתיב על מרקע הטלויזיה או להפעלתה האפשרית של מדפסת. המפענח משרת הן את שידור הנתונים והן את קליטתם. זיכרון־האחסון עשוי להכיל עמוד שלם של מידע המתקבל מהמחשב של המערכת. מערכות מסוימות מכילות מדמים המסופקים על־ידי הנהלת השירותים הטלפוניים.

תכנונו של מפענח זול למנוי מתאפשר על־ידי שימוש במעגלי כלילה בקנה־מידה רחב (LSI). בציור 1 נראה מרשם־מלבנים של מפענח למנוי. המפענח מסוגל לקלוט נתונים במהירות של 1200 סביות בשנייה ולפלוט מידע במהירות של




ציור 1 — מרשם־מלבנים של מפענח המנוי.



ציור 2 — מסוף Viewdata לשימושי־משרד. המידע מופיע על מרקע הטלויזיה.

75 סביות בשנייה, בקוד ASCII. הזיכרון עשוי להכיל 8000 סביות של נתונים, כלומר, תוכן של עמוד אחד. תפקידו העיקרי של המפענח הוא שליחת הוראות למערכת תוך שימוש בקופסת־קלידים אלפא־נומרית, וכן קליטת הנתונים המתקבלים מקו הטלפון, אחסונם והפיכתם לתמונה על מרקע הטלויזיה (בעזרת מחולל־מטריצות). מקלט הטלויזיה יכול לשמש, אם־כן, למטרה כפולה: לקליטת שידורי טלויזיה רגילים וכן לשירות ה־Viewdata. בציור 2 נראה המידע על מרקע הטלויזיה.

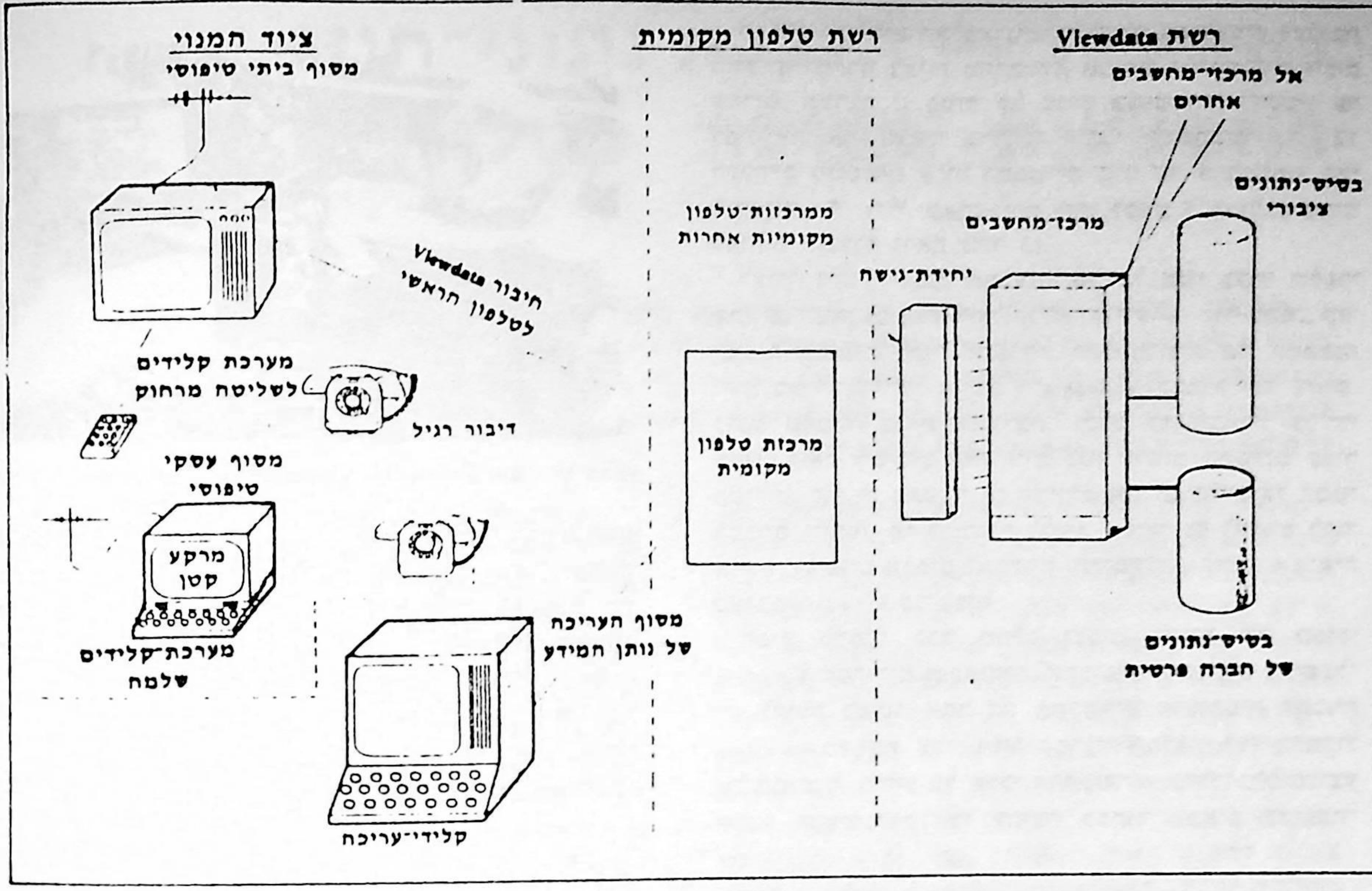
מערכת הקלידים האלפא־נומרית יכולה גם לשמש לעריכת הודעות, לפתרון בעיות מתימטיות סבוכות ולשימושים רבים אחרים. מערכת זו בנויה על בסיס פשוט כדי להקטין עד למינימום את הצורך בהדרכת המנוי להשתמש בה. 12 הקלידים משמשים עבור המספרים מ־0 עד 9 בתוספת שני הסימנים * ו־≠, באמצעותם ניתן לבצע 5 פעולות בקרה לאיתות והפעלה (ראה ציור 3).

לצורך זיהוי, תוכנת המפענח של כל מנוי בקוד מספרי מתאים, הנותן גם אישור על קבלת המידע — קוד מענה. קוד המענה מתוכנת לתוך המערכת האלקטרונית של המפענח והוא משודר על־ידי מחשב ה־Viewdata כמענה לכל דורש. ברגע שהמנוי מחייג למערכת, נקלט קוד־המענה על־ידי מחשב זאת לצרכים מנהלתיים כגון חישוב התשלום עבור השירות. קוד זה מאפשר גם למנויים אחרים לחייג אל המנוי המסוים ולזהותו או להזדהות כלפיו. אפשר גם להוסיף לקוד אותיות וסימנים נוספים לאבטחת יתר־סודיות. בציור 4 נראית מערכת Viewdata סכימטית.

בשוק קיימים כבר מספר דגמים שונים של מסופי Viewdata מסחריים ומפענחים. המסופים מתוכננים כך שעל־ידי לחיצת כפתור אחד הם מתקשרים אוטומטית לתכניה Viewdata מסוימת. צליל חוזר ממרכזת הטלפון, דרך הרמקול של המכשיר, מודיע על שלבי ההתקשרות. בדרך־כלל מבוצע הקשר הראשוני על־ידי לחיצת כפתור מתאים בקופסת־




ציור 3 — המידע מופיע על המרקע. מתחת למרקע נראים 12 הקלידים.




ציור 4 — מערכת Viewdata סכימטית.

הקלידים ואז נשמע צליל חיוג; עתה לוחצים שנית על הכפתור ואז מחייג המפענח אוטומטית את הקוד של מרכזת ה־Viewdata האזורית ותשמע צליל־צלצול. הפנייה נענית על־ידי המרכזת וצליל של 1300 הרץ מוחזר למנוי. בשלב זה מתחברת תחנת־המנוי למערכת העברת־הנתונים דרך המפענח והקשר של המנוי למערכת מושלם.

קוד־המענה, המשודר מייד עם התחברות המנוי למערכת דרך המחשב של המרכזת, משמש כדי לברך את המנוי בברכת־שלום וגם מבטיח את המנוי מפני שימוש על־ידי זרים בקו שלו ועל חשבונו.

על־מנת למנוע צפיפות־יתר והעמסת־הרשת וסתימתה בגלל השימוש בשירות — יש לתכנן את תנועת־המידע העיקרית לשעות־הלילה ולסופי־שבוע, וזאת בהתחשב בעובדה ששירות זה "רוכב על גבה" של רשת הטלפונים הרגילה והוא מהווה כעין "תוספת" למערכת.

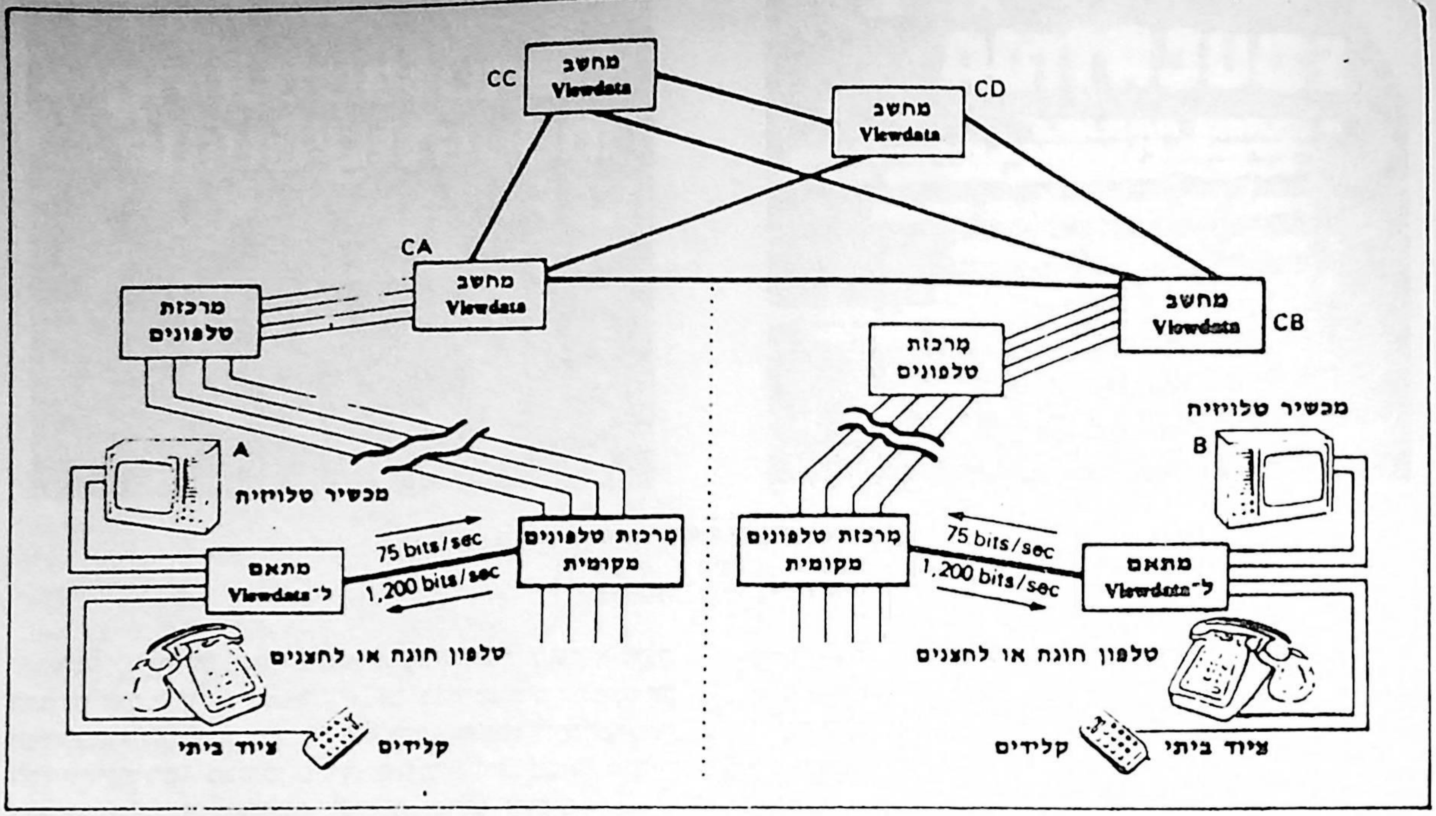
מחשבי ה־Viewdata יותקנו במרכזות־הטלפון הרגילות — דבר שיאפשר שימוש בדרכים אלטרנטיביות בשעת־הצורך וגם יוסיף לאמינות־המערכת. מלכתחילה תצויד כל מרכזת Viewdata בשני מחשבים שיפעלו ללא־הפסק, עם גישה לכל מנויי הטלפון המקומיים. מחשב מדגם GEC-4080, לדוגמא, יאפשר אחסון של 280 מיליון סביות באמצעות 4 דיסקים של 70 מיליון סביות (מיליון סביות הינן שוות־ערך לכ־1000 עמודי־מידע). מרכזת Viewdata מקומית תתחבר למרכז אזורי וזה יתחבר למערכת בדרגים גבוהים יותר, בעזרת רשת מיתוג־מנות (Packet-Switching) (ראה גם "קשר ואלקטרוניקה" גיליון 8 (164) עמ' 248 וגיליון 9 (165) עמ' 272). הבקרה על כל הרשת תיעשה ע"י מרכז פיקוח אחד או יותר.

בציור 5 נראה מרשם של מערכת Viewdata אזורית או כלל־ארצית.

**אפשרויות לפיתוח נוסף**

המידע שיועבר בשיטת ה־Viewdata מקורו בחלקו בהנהלת שירותי־הטלפון ויתר שירותי־הדואר, אולם מספקי־המידע העיקריים יהיו חברות מסחריות, מוסדות־חינוך והוראה, משרדי־ממשלה ועוד. לכל אלה תהיה גם אפשרות לשנות, להוסיף או לעדכן את המידע שלהם דרך מסופים שיותקנו במשרדים על־ידי הנהלת שירותי־הטלפון. בפיתוח נמצאים כיום שירותים מתלווים לרווחת־המנויים כגון מדפסות המאפשרות שמירת־המידע כמסמך כתוב על נייר. אפשרות נוספת לפיתוח היא הכנסת המידע כעין "דואר אלקטרוני" עבור מנויים של השירות ואחרים. קיימת גם אפשרות להעברת מידע ממנוי למנוי תוך הדפסתו, שמירתו ומסירתו מאוחר יותר במידה שהמנוי אינו נמצא בשעת השידור. הומצא גם שכלול בצורת קסטה מוקלטת להשמעה ומסירה של כמויות־מידע גדולות על בסיס אקראי או תקופתי. בשכלול זה ניתן להשתמש לצורך הוצאתו לאור של "עתון אלקטרוני" תוך ניצול פרקי־זמן בהם התנועה ברשת דלילה.

שיטת ה־Viewdata תוכננה כחלק אינטגרלי ממערכות מורכבות עתידיות, כך שבעתיד תוכל השיטה להשתלב




ציור 5 — מרשם של מערכת Viewdata אזורית או כלל־ארצית.

בשירותים נוספים כגון קנייה אוטומטית באמצעות הטלפון, כשהתשלום נעשה בכרטיסי־אשראי, או שירותים דומים אחרים. על־מנת לעמוד בדרישה של העברת המידע במהירות — יש להחיש ולהגדיל את מהירות התמסורת של המערכת; יחד־עם־זאת יש לשמור על העיקרון שכל שכלול נוסף יתוכנן בקשר הדוק עם הציוד הקיים.

שיפור חשוב ביותר של המערכת, אשר יזכה בעדיפות בפיתוח הוא מציאת שפה משותפת שתתאים לאלפא־ביתות של השפות השונות, על־מנת לאפשר שימוש בשיטת ה־Viewdata ברחבי־העולם כולו. מנבאים שבעתיד ניתן יהיה להגיע לשירותי־מידע באמצעות מרכזי־מידע גם בארצות זרות ורחוקות, באותה מידה של יעילות כפי שהדבר נעשה במאגרי־מידע מקומיים.

ניתן להשתמש לשיטת ה־Viewdata הן בטלויזיה בשחור־לבן והן בצבע, לאחר שינויים קלים במכשירים. השימוש בצבע ייעשה בעיקר במכשירים ביתיים בעוד שלמטרות מסחריות ישמשו בעיקר מכשירים בעלי מרקעים קטנים בשחור־לבן עם מערכות קלידים אלפא־נומריות, זאת עקב מחירם הנמוך יותר של מכשירים אלה.

## יישום השיטה כיום ובעתיד

ממציא השיטה Sam Fedida מצביע כבר על דור שני ושלישי שיכונו Viewdata II ו־Viewdata III.

שיטת Viewdata II מקיפה עסקות בשטח האלקטרוניקה, העברת דואר אישי תוך שימוש ב־40 סימני־כתיבה בשורה ומהירות־העברה שהינה פי 30 עד 40 יותר משירות Prestel.

הדואר ההולנדי רכש את תוכנת מחשב המערכת, אותה הוא מתקין ברחבי־המדינה לשימוש כללי וגם לקבוצות־מנויים לשימושם הפרטי. שירות זה יהיה הראשון מסוגו ביבשת־אירופה. קו ישיר, המחבר את המחשבים של הדואר ההולנדי למחשב של חברת ההוצאה לאור .T.V.S, יאפשר למנויים של שתי המערכות החלפת־מידע הדדית ביניהם.

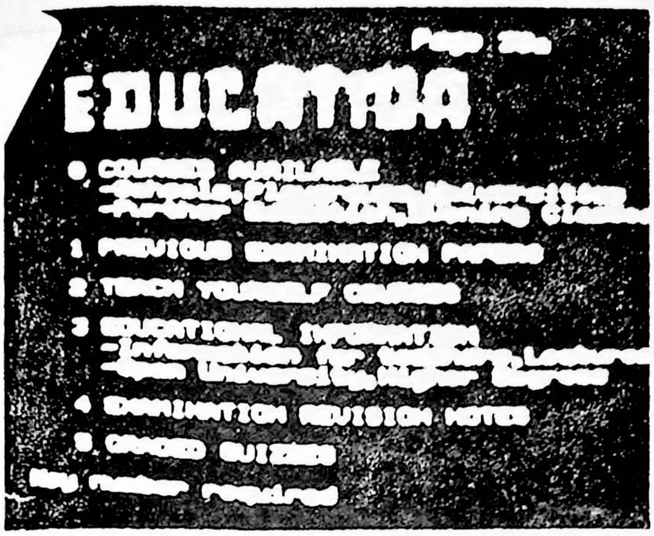
בהונג־קונג הודגמה על־ידי הדואר הבריטי העברת־נתונים באמצעות מערכת Viewdata במסגרת החגיגות לציון התקנת קו הטלפון המיליוני. הציוד הותאם במיוחד לצורכי הונג־קונג והוא מאפשר שילוב של השיטה עם רשת הטלויזיה המקומית. יש לציין במיוחד את שיטת ה״דו־שיח״ בין שני מכשירי־טלויזיה באמצעות מערכת קלידים אלפא־נומריים והמחשב הבריטי. כנתיב אחד שימש אפיק של לוויין והנתיב השני עבר בכבל התת־ימי שבאוקיינוס.

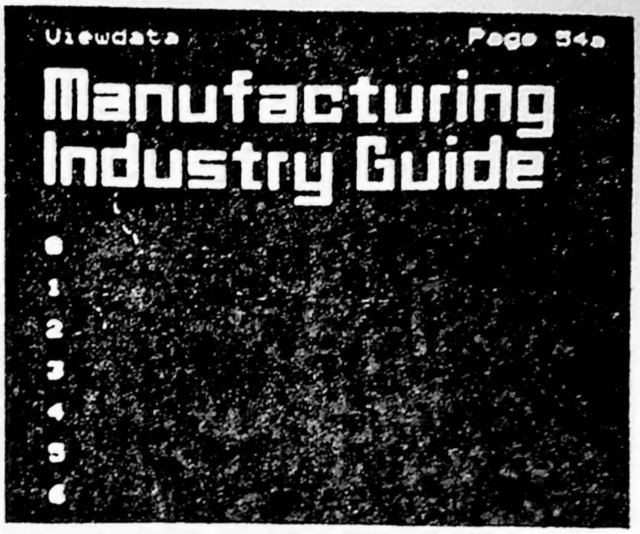
שיטת Viewdata הודגמה גם אצלנו בירושלים בפעם הראשונה בשנת 1978.

לצרפתים מערכת העברת נתוני־חוזי עצמאית המוכרת בשם Titan. רוב מאמצי־הפיתוח של הצרפתים היו בכיוון שכלול אמצעי־התצוגה (Display) בשפות שונות ובאלפא־ביתות שונות.

ליפנים שיטה דומה לשיטת Prestel הבריטית בשינוי יחיד שהשיטה היפנית משתמשת במהירות־העברה גדולה יותר זאת על־מנת להתאים את המהירות להעברת אותיות יפניות.

גרמניה רכשה תוכנת Viewdata מהדואר הבריטי ופיתחה אף היא מערכת דומה ל־Prestel.






ציור 6 — מידע המופיע על מרקע ה־Viewdata:
מימין: מידע על התעשייה.
משמאל: מידע על חינוך.

שיטה קנדית, הנקראת Videotex, מציעה פתרון שהוא לדעת הקדמים טוב יותר מ־Prestel ו־Titan מבחינת טיב התמונה על המרקע, מבחינת גמישות המערכת ואפשרויות־התאמתה לקליטת־נתונים מבסיסי־מידע שונים, וכן בגלל הקלות היחסית בה ניתן להרחיבה לקליטת מנויים נוספים.

## סיכום

יעד חשוב ביותר בכל השיטות הנ"ל הוא לאפשר קשר ישיר בין התחנות השונות ללא מעבר דרך המחשב המרכזי. מנויי המערכת יוכלו להחליף ביניהם מידע גרפי־חזותי, טקסטים ומידע־צלילים (Tonal). המידע יועבר בקו טלפוני או ברשת טלויזיה בכבלים שהותאמה למטרה זו, או באמצעות סיב אופטי.

הצלחת התמסורת ב־Viewdata תלויה במידה רבה במספר המשתמשים בה וכך בעקיפין במחיר שיידרש תמורת מתן השירות. צפוי שהשיטה תשנה את היחס כלפי המידע כפי ששינתה המכונית את היחס כלפי המרחק.

R. J. Raggett, עתונאי ידוע באירופה, שאל את השאלה: "האם שיטת העברת־הנתונים בחוזי — ה־Viewdata — היא המצאת־הדור והאם היא מהוה את הפיתוח הראוי לציון בשדה־התקשורת ההמונית מאז המצאת הטלפון?"

לעתיד פתרונים...

---

### המקורות למאמר:


1) 'The Technical Side of Viewdata' – G.D. Rosch – Telephony, July 10, 1979.
2) 'Abroad with Prestel' – R. D. Bright – Post-Office Telecommunications Journal, Summer 1978, Vol. 30 Nr.2.
3) 'The Coming Age of Viewdata' – R. J. Raggett – Telephony, Oct. 2, 1978.
4) 'Videotex – The Home-Grown Canadian Viewdata System' – Communications International Vol. 5, 11/1978.
5) 'Dutch United Publishers to Launch Europe's First Private Viewdata Service' – Communications International Vol. 6, 2/1979.
6) 'Telecommuting by Viewdata' – R. D. Bright – Intelcom 77, Exposition Proceedings Vol.2.
7) 'Telecommunications and Economic Development' – Polishuk and O'Bryant.
8) 'Transmission Systems for Communications' – Bell Telephone Laboratories, 1971.
9) 'New Data and Information System Set for Commercial Market Trial' – G. D. Rosch – Telephony, March 20, 1978.
10) 'The Viewdata Revolution' – Sam Fedida and Rex Malik – Associated Business Press, London 1980.
11) 'Viewdata and the Information Age – Theory and Practice' – A. Stokes – Pers. Computer World (G.B.) 1980.

# ״דואר אלקטרוני״ — סקירה

**מקובל להגדיר את ה״כתב״ כאחד האמצעים החשובים ביותר לתקשורת בין בני־האדם. להעברת הכתוב מאדם־לאדם דרושים לרוב אמצעים פיסיים, אולם העברת מידע כתוב שלא באמצעים פיסיים עשויה לחיות זולה ומהירה יותר מהעברתו על־גבי נייר.**

ניתן ליישם דבר זה בשני אופנים:

- על־ידי המרת המידע הכתוב על הנייר לאותות חשמליים, המשודרים בקצה האחד והנקלטים בקצה השני בצורה המקורית בה שודרו.
- על־ידי הפיכת הכתוב (ללא שימוש בתווך פיסי כלשהו) לתמונה המשודרת בקצה האחד, והנקלטת כשהיא מוצגת על מרקע בקצה השני.

ברור שקיימים צירופים שונים של שתי השיטות, כאשר בכל מקרה נעשית העברת־המידע באמצעים אלקטרוניים. משרדי־תקשורת בכל חלקי העולם מגלים כיום עניין הולך וגובר בדואר אלקטרוני. התמסורת האלקטרונית מאפשרת לבצע בצורה אוטומטית את כל התהליך (כולל האיסוף מהלקוחות וההכוונה בכניסה למערכת וביציאה ממנה) למעט המסירה הסופית.

בשלבים הראשונים להפעלת השירות, מסירת ה״דואר״ תהיה אוטומטית רק ללקוחות בעלי מסופים אלקטרוניים המותקנים במשרדיהם; ללקוחות שאינם בעלי מסופים, יימסר הדואר בצורה המקובלת הישנה. יש לציין שהתמסורת האלקטרונית מתאימה אך־ורק למכתבים ואינה מתאימה להעברת גלויות מצוירות, צילומים, או כל מידע אחר שאינו כתוב.

### הדואר האלקטרוני מנקודת־מבט טכנית

עקרונית קיימות שתי שיטות המאפשרות תמסורת אלקטרונית של מכתבים:

- בצורת אותות מקודדים של אותיות וספרות (כפי שהדבר מקובל בטלקס).
- על־ידי תירה של נקודה־אחר־נקודה (כמו בפקסימילה) לתמסורת של טֶלֶקוֹפִּי (צפיפות הנקודות גְדֵלה או קְטֵנה בהתאם לגוונים בתמונה).

התמסורת באמצעות אותות מקודדים של אותיות וספרות מקובלות להעברת מכתבים מסחריים. מספר האותות המקודדים מוגבל, לכן אין אפשרות להעביר ציורים, דיאגרמות, חתימות או כתבי־יד בצורתם המקורית. דף מלא אחד בשיטה זו מכיל כ־15,000 סביות, דבר המפשט את אחסנת החומר, והעברת המידע בשיטת השידור האלפא־נומרית לוקחת הרבה פחות זמן מאשר העברתו בשיטת הפקסימילה. יש להדגיש כי בשיטת הפקסימילה אין כל הגבלה, לא צורתית ולא מספרית, על העברת הסימנים וניתן להעביר גם כתבי־יד, ציורים ודיאגרמות, אולם חסרונה של השיטה הוא הכמות העצומה של המידע — להעברת דף אחד נחוצות מיליון סביות! כדי לצמצם כמות עצומה זו, ניתן להשתמש ביתירות (Redundancy) עד ל־200,000 סביות לדף. על־אף מגבלה זו, נותנת שיטת הפקסימילה פתרון טוב להעברת מידע למשתמשים פרטיים או למוסדות ציבוריים.

בניתוח תעבורת־מכתבים שנעשה בגרמניה המערבית התברר שניתן להנהיג תמסורת אלקטרונית של דואר בשלושה שלבים:

- בשלב הראשון תבוצע החלפת מכתבים בין גופים מסחריים שבידם מסופים אלקטרוניים.
- בשלב השני ייכללו במערכת גם מקבלי־הדואר שאינם בעלי מסופים פרטיים.
- בשלב האחרון יותקנו מסופים ציבוריים (מעין ״תיבות־דואר״ אלקטרוניות) לקהל הרחב בבתי־הדואר, במשרדי־הממשלה, בבניינים ציבוריים, בתחנות־רכבת, בקרבת טלפונים ציבוריים וכו׳ (ראה ציור 1).

כל אלה יחוברו למסוף ביחידת אִחסון ועיבוד (SPU) של מרכזות הטלפונים המקומית, ומשם ישוגרו המכתבים (בשעות־הלילה) לייעדם באמצעות יחידות אִחסון ועיבוד נוספות, שיעבירו אותם לבתי־הדואר או ישירות למסופים של המנויים (בעלי כמויות דואר גדולות או מנויים אחרים בעלי מסופים פרטיים). בדרך זו ניתן לנצל את קוי הטלפון בשעות שאין עליהם עומס, ולמנוע עומס־יתר בשעות אחרות, כשהקוִים תפוסים. העברת מכתבים דחופים תיעשה גם בשעות היום (תמורת תשלום גבוה יותר, בהתאם לכל מקרה ומקרה). כאמור, השירות האלקטרוני אינו מוציא מכלל־אפשרות העברת מכתבים ישירות למנוי פרטי בעל מסוף זול.

בציור 2 נראה מרשם המתאר את תהליך העברת־הדואר האלקטרוני באמצעות מרכזות מקומיות. יחידת האחסון והעיבוד (SPU) במרכזת המקומית תבצע את התפקידים הבאים:

- קבלת היעד והכתובת מיחידת הקֶלֶט.
- קבלת תוכן המכתב מיחידת הקלט, עריכתו ואחסונו (בתהליך האחסון נאספים מכתבים בעלי יעד משותף, על־מנת להעבירם יחד בניתוב אחד — לאחר השגת הקשר).
- העברת תוכן המכתבים למסופי היעד, ובמקביל, קבלת מכתבים מאותם המסופים עד למילוי יחידת־האחסון.

המסוף מורכב מיחידה אחת או ממספר יחידות מודולריות,

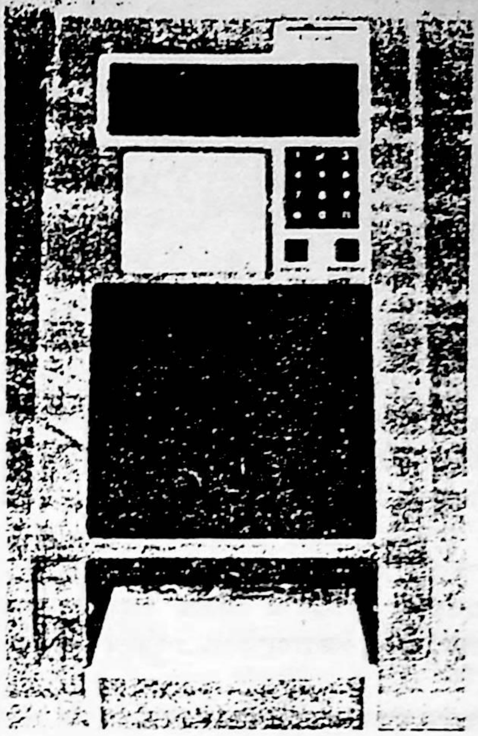
כתלות בנפח התנועה. יחידה מודולרית מכילה מעבד, יחידת־אחסון, יחידה לקשר ותיאום למערכות אחרות וציוד־העברה (האומדן הוא שלגרמניה המערבית תידרשנה כ־6000 יחידות אחסון ועיבוד).

התקני הפלט של בתי־הדואר יבצעו את התפקידים הבאים לצורך העברת הדואר:

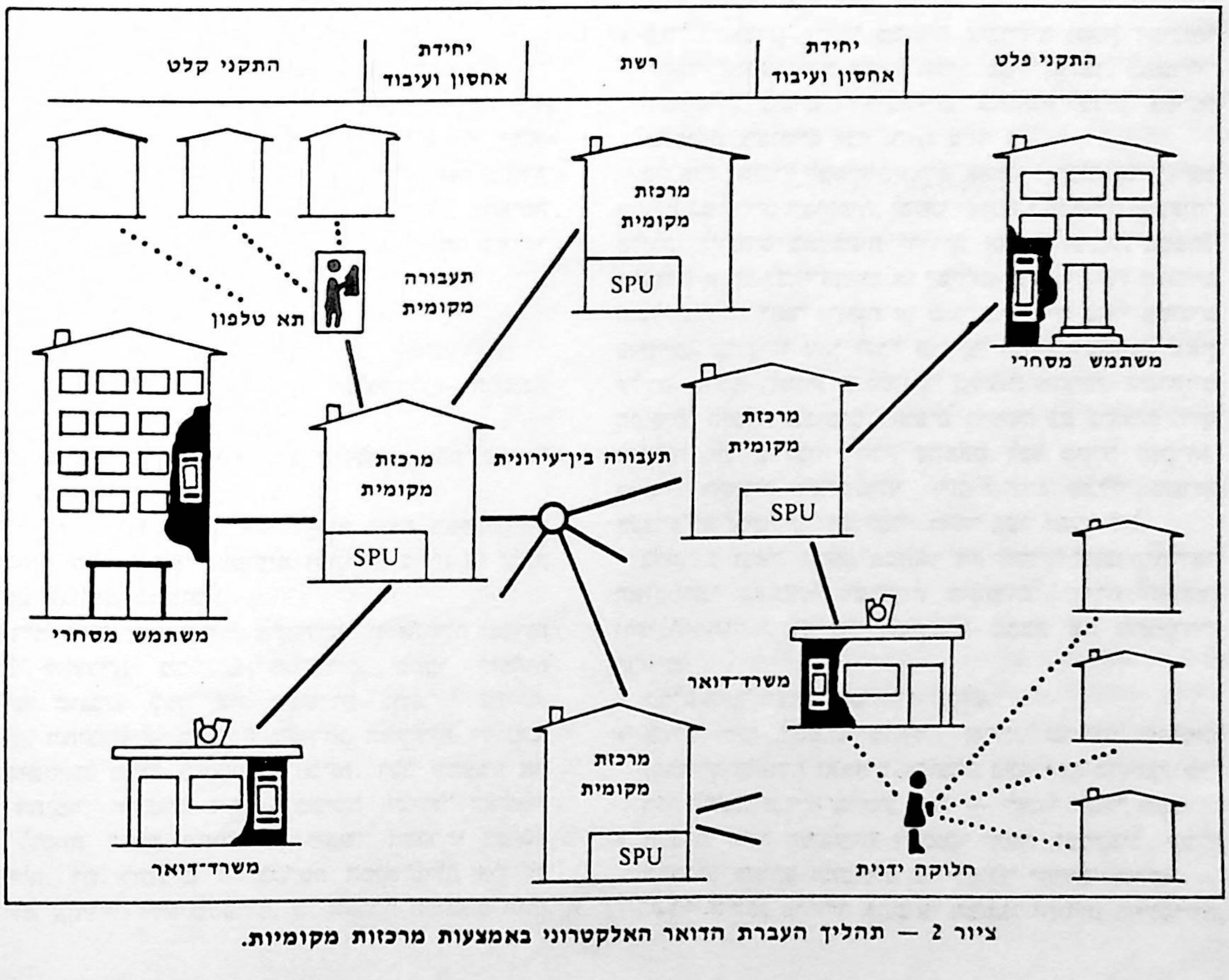
- קבלת תוכן המכתבים מהמסופים אליהם הם קשורים.
- העתקת התוכן על נייר (בשיטת פקסימילה) או תרגום התוכן בעזרת מחולל אותות ומספרים לסימנים מקודדים.
- קיפול אוטומטי של המכתבים וסגירתם.

להעברת המכתב מהמסוף ליחידת האחסון והעיבוד ולהיפך, משתמשים במכשירים בעלי מהירות־העברה גדולה (עד ל־500 קילו־סביות לשנייה — מהירות חיונית במסופים לשימוש ציבורי על־מנת לקצר את זמן־ההמתנה) או במכשירים בעלי מהירות רגילה (של 2.4 קילו־סביות לשנייה). בתעבורה בין מסופי יחידות האחסון והעיבוד אין לעבור את המהירות של 4.8 קילו־סביות לשנייה.

עד כאן תיארנו את גישתה של גרמניה המערבית למערכת דואר אלקטרוני, אולם קיימות גם גישות אחרות. אם ניקח, לדוגמא, את ארצות־הברית (קבוצת Yankee מהעיר קיימבריג') הרי ההשקפה הרווחת שם היא שדואר אלקטרוני לא חייב בהכרח להתבסס על כתב־יד או על סימנים



ציור 1 — "תיבת־דואר" אלקטרונית לשימוש הקהל הרחב.




ציור 2 — תהליך העברת הדואר האלקטרוני באמצעות מרכזות מקומיות.

אחרים של אותיות ומספרים; חברת Electronic Communication Systems (מדאלאס, טקסס) החלה בפיתוח שיטה מילולית להעברת דואר, שאינה מבוססת על כתיבת המידע המועבר והדפסתו, או על כל שיטה גרפית אחרת. בפיתוח נמצאות גם שיטות אחרות של תמסורת אלקטרונית, כגון העברת־מידע המבוססת על מחשבים לעיבוד־תמלילים ועוד.

**סיכום**

הצגנו כאן בעיקר את נקודת־מבטו של המשתמש ולא הרחבנו את הדיבור בנושא השיטות עצמן והטכניקות שבשימוש. אין ספק שטכנולוגיות חדשות (כגון מיקרו־פרוססורים) וטכניקות־תמסורת חדישות (כגון תמסורת בשיטת־המנות) תשפענה באופן ניכר גם על שירותי הדואר האלקטרוני. ברור גם שהמעבר לדואר אלקטרוני יעורר גם בעיות חברתיות וכלכליות שלא נגענו בהן כאן (ראה גם "קשר ואלקטרוניקה" מס' 10(178) עמ' 321—322 במאמר "מהפכת ה"אל־נייר").

**חתן פרס־נובל לשנת 1958 ג'. לדרברג אמר בזמנו: "נראה שנולדה צורה חדשה של תקשורת — היא ה־"Eugram", וחלק חשוב מצורת־תקשורת זו היא העברה אלקטרונית של דואר, שבאה להקל על הקשר ההדדי בין המשתמשים, המופרדים בעידן זה הן מבחינת המקום והן מבחינת הזמן".**

**המקורות למאמר:**

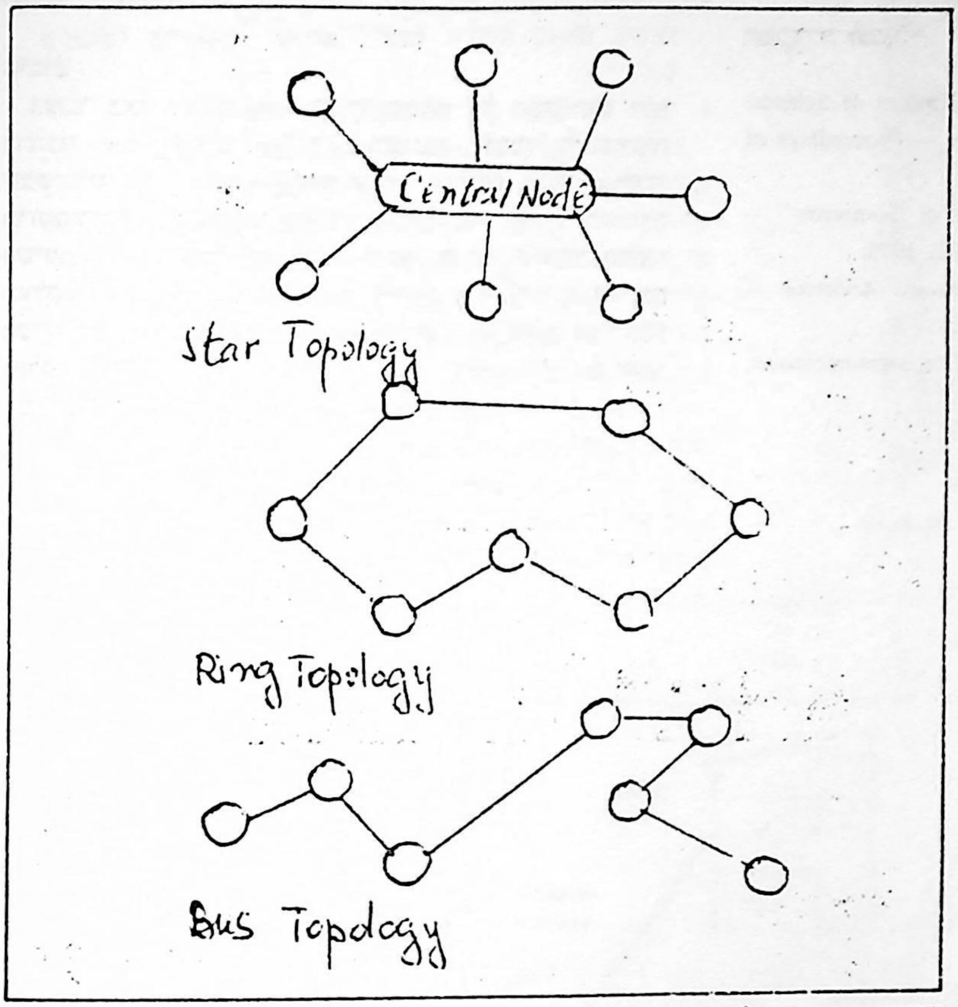

(1) "Digital Communication and the Conduct of Science: The New Literacy" — J. Lederberg — Proceedings of the IEEE, Nov. 1978.

(2) "Electronic Mail: Communications of Tomorrow" — W. Flohrer — Telephony, March 12, 1979.

(3) "What is Electronic Mail?" — Howard Anderson — Telecommunications, Vol. 12, Nov. 1978.

(4) "Telecom News" — Canada — Telecommunications, Vol. 12, May 1978, page 8.

# רשתות תקשורת מקומיות תהיינה מרכיב מרכזי במשרד העתידי




שרטוט 1: צורות של רשתות

מחברת המאמר הינה מהנדסת במשרד התקשורת.

נגדיר תחילה מהן רשתות תקשורת מקומיות – רת"מ: מערכות תקשורת למרחק מוגבל השייכות לאירגון בודד ומאפשרות למסופים המחוברים לרשת להתקשר זה לזה. הגדרה זו כוללת את כל צורות התעבודה, כל ארכיטקטורות הרשת ושיתוף פעולה כללי של המסופים ברשת.

כאשר נגיע לתקנים מתאימים ניתן לצפות שהפעילות בנושא תגבר,הן במונחים של אספקה והן במונחים של שימוש והפקת תועלת.

כמעט בכל יום אנו עדים להופעה של גירסא חדשה של רשת או מוצרים האמורים לאפשר מימשק של כל דבר עם כל דבר אחר. לאמיתו של דבר, התפוצצות הרת"מ היא רק בראשיתה והתקנות רבות מבוצעות למטרות תצוגה בלבד במקומות יוקרתיים.

הטיעון הכלכלי להתקנת רת"מ במשרדים הינו חשוב. מגזר זה מייצג במקרים מסויימים את ההוצאות הקבועות הגבוהות ביותר בעסקים. הפעילויות הבסיסיות של המשרד – אירגון, איחסון, פעילות עסקית והפצת מידע – הן קריטיות להצלחת פעילותו. מחשבים אישיים, מסופים, מעבדי תמלילים ומערכות אלקטרוניות לתיוק ואיחסון קבצים, כל אלה נמצאים בשימוש נרחב במשרד של היום. בכל מקרה, אין זה נבון מבחינה כלכלית לצייד כל עובד בכל סוגי המיתקנים, מאחר שכל פרט ישתמש בציוד רק לפרקים ולזמן קצר בלבד. חלוקת משאבים באמצעות הרת"מ מספקת פתרון לבעיה זו. הרת"מ תורם את חלקו גם בהפצת מידע. במרבית המקרים כיום, תקשורת בלתי קולית עדיין מופצת ע"י שליחים

הגם שרת"מ מתייחס בראש ובראשונה למיחשוב משרדי, הוא יושם בהצלחה גם בשרות התעשייה, בתי חולים, מוסדות חינוך וכדומה.

## צורות של רשתות

ישנם שלושה מרכיבי חומרה בסיסיים ברשת – אמצעי שידור, מנגנון בקרה, ומימשק בין תחנה לרשת.

התחנה והמימשק שלה לרשת ידועים בשם צומת (NODE) תבנית של הקישור בין הצמתים האלה נקראת NETWORK TOPOLOGY. יש שלוש צורות רשתות עיקריות: כוכב, טבעת וקו.

רשת כוכב מורכבת מחיבורים ישירים בין הצמתים השונים לצומת המרכזי, כאשר כל התקשורת מנותבת דרך הצומת המרכזי.

רשת טבעת קושרת את כל הצמתים בלולאה אחידה סגורה. התשדורת היא מעגלית וחד סטרית. בדרך כלל כל צומת ממלא תפקיד פעיל בקבלת תשדורת משכן אחד והעברתה לשכן אחר. כשלון של צומת כלשהו גורם בדרך כלל לכשלון הרשת כולה.

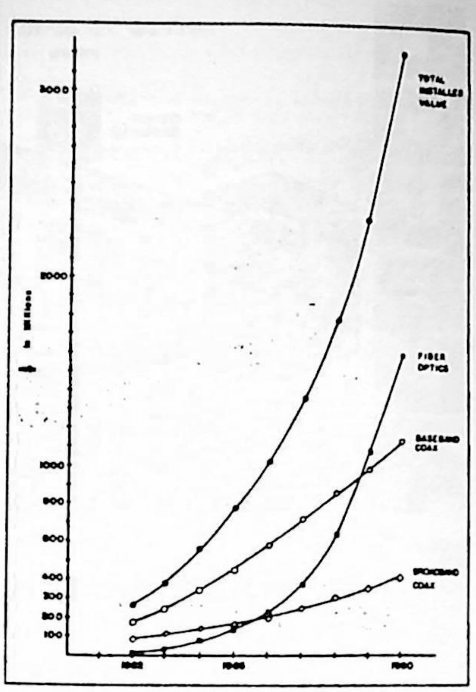
רשת הקו מספקת מסלול תקשורת אחיד דו־כיווני, כאשר רק תשדורת אחת יכולה לעבור ברגע נתון.

נוסף לצורות בסיסיות אלה יש רשתות מעורבות. להפעלת הרשת יש צורך גם בהתקן בקרה. קיימות שלוש אסטרטגיות בקרה בסיסיות: בקרה סדרתית (SEQUENTIAL), צמודה וקבועה (INSERTION), ותחרותית (CONTENTION).

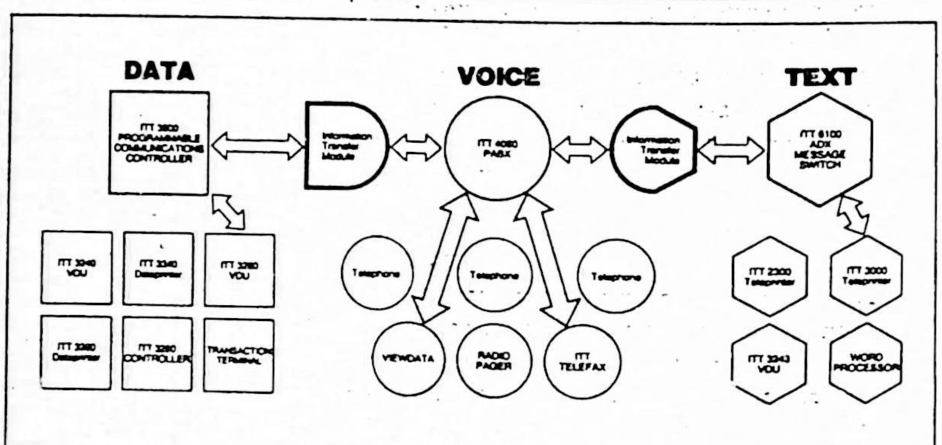
על מתכנני הרשת מוטלת האחריות להחליט עלצורתה ועל אסטרטגיית הבקרה. ישנו אף צורך להחליט על רוחב הפס שבו תתבצע התקשורת ברת"מ – פס רחב או צר (BASEBAND OR BROADBAND), וכן להחליט על סוגי הכבלים.

יש שלושה סוגי כבל עיקריים: כבלקואקסיאלי, סיבים אופטיים חוגות כבלים שזורים (TWISTED PAIRS). (יש לציין שמשתמשים לעיתים ברדיו (F.M.). בזמן בחירת הפתרון המתאים יש להתחשב במחיר, מהירות,מהימנות וכדומה.

שרטוט 3 מדגים את גישת דדו למיכון משרדי. מספר רתמ"ים תוכננו לספק אפשרויות תקשורת משולבת קול (חלק מהם ניתן לכנות קול + מידע.




שרטוט 2: תחזית התקנות רת"מ בערכים כספיים בשנים 1990–1982 עפ"י סוגיכבלים.




שרטוט 3: גישת דדו למיכון משרדי היא ליצור מימשקים כמודגם. העקרון ידוע כ־INFORMATION TRANSFER TECHNOLOGY

## שילוב קול עם מידע

יש רתמ"ים שתוכננו לשילוב קול עם מידע, או לפחות מאפשרים מימשק של מידע עם קול. רתמ"ים אחרים פועלים בלעדית בשיטה זו או אחרת. מצב עניינים זה מעלה את השאלה עד כמה תהיה חשיבות לקול ב"משרד העתיד"? נראה שתקשורת קולית אלקטרוניות למטרות פנימיות וחיצוניות במשרד תמשיך להוות דרישה בסיסית, אף שתפותחנה לכך צורות שונות.

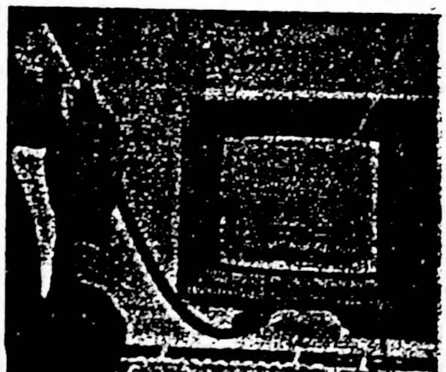
יש רשתות כ־PLANET או WANGNET, המתמודדות עם הדרישה לקול בעזרת תכונות שכבר הוקנו למערכות, או תאמה לפיתוחים עתידיים. רשת אחרת, ETHERNET, ניתנת להסבה בקלות יחסית לשאת גם תעבורה קולית. השאלה המרכזית היא האם נחוץ והאם זה שימושי לשלב קול ומידע. שרטוט 4 נותן דוגמא למסוף המסוגל ללוות ולפרש מסמך באמצעים קוליים.

**אין זה נבון, מבחינה כלכלית, לצייד כל עובד בכל סוגי הציוד, מאחר שכל פרט ישתמש בכל סוג ציוד רק לפרקים ורק לזמן קצר בלבד. חלוקת משאבים בעזרת רת"מ פותרת בעיה זו.**

כתוצאה מכך שבשנתיים האחרונות רשתות מקומיות רבות הופיעו בשוק, חלק מהן אינן תואמות. כאשר רת"מ מותקן בבניין והוא קושר מסופים, מחשבים או אביזרי תקשורת אחרים, חיוני שאפשר יהיה להוסיף מערכות וציוד עם תאימות לציוד הקיים. זו הסיבה שתקנים אחידים הם חיוניים. בהירת הרת"מ חייבת להיות בתחום סמכותם של אנשים אחראיים המבינים בכך, מפני שבחירה בלתי נכונה תגביל את המערכת לתחום צר של ציוד, ללא כל הצדקה.

## דרישות ותקנים

רשת מקומית צריכה לאפשר את הדברים הבאים:



שרטוט 4. המסוף מסוגל ללוות ולפרש מסמך באמצעים קוליים

1. חיבור ציוד של יותר מספק אחד לרשת מקומית בודדת.
2. מימשקים בין 2 רשתות מקומיות זהות או כאלה שאינן זהות.
3. מימשק לרשתות לשטח רחב, בכדי לאפשר תקשורת ללא מגבלות גאוגרפיות.
4. מימשק למשאבי ניהול רשתות, בכדי לאפשר קבלת נתונים סטטיסטיים הכרחיים על פעולת הרשת.

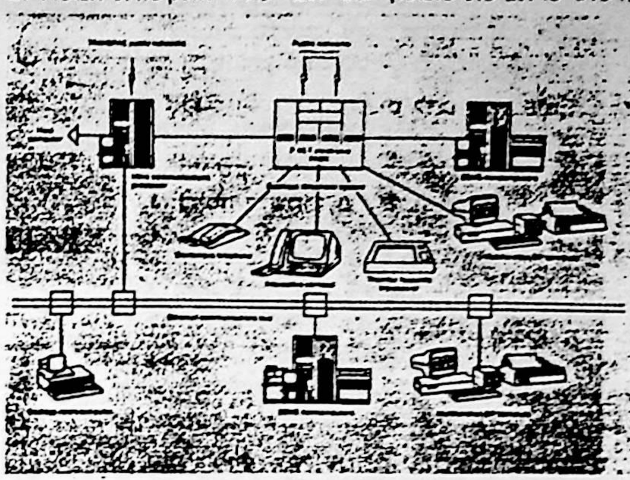
התקנים האחידים נחוצים לדברים הבאים:
1. מימשקי חומרה לרשתות מקומיות.
2. מימשקי תוכנה לרשתות מקומיות.
3. כניסה לרשתות של שטח רחב.
4. כניסות לרשתות מקומיות אחרות.
5. מימשקים לניהול רשתות.

פעילות התקינה של רשתות מקומיות התקדמה באופן משמעותי בשנתיים האחרונות וכמה תוצאות מעשיות כבר הושגו. מרבית פעולות התקינה כיום מכוונות להשגת תאימות לשינויים עתידיים. הדבר נעשה דרך השימוש במודל התייחסות בסיסית המותחת קוי הפרדה ברורים בין השטחים השונים של פעילות התקינה. מודל התייחסות זה נקרא OPEN SYSTEM INTERCONNECTION (OSI) והוא מוסכם וניתמך ע"י יצרנים רבים של תקשורת ומחשבים. מודל ה־OSI הוכן ע"י אירגון התקינה הבינלאומי INTERNATIONAL STANDARDS (ISO) ORGANIZATION. מודל ה־OSI מחלק את הפונקציות ההומוגניות המבוצעות ע"י ציוד התקשורת השונה, לתוך מבנה הירכי בן 7 רמות. שלוש הרמות הגבוהות ביותר של המודל (5 עד 7), עניינן לאפשר למשתמש להפעיל את התקשורת, ליצור אותה מימשק ולנצל את תוצאותיה. ארבע הרמות הנמוכות (1 עד 4) מספקות את אמצעי התעבורה בתוך הרשת. שיטות שונות של תעבורת כבלים מאוחדות למימשק משולב אחיד תוך שימוש בפרוטוקולים ונהלים המבוססים על – HDLC – פרוטוקולים של רשת לשטח רחב, הכלולים בסטנדרט X.25.

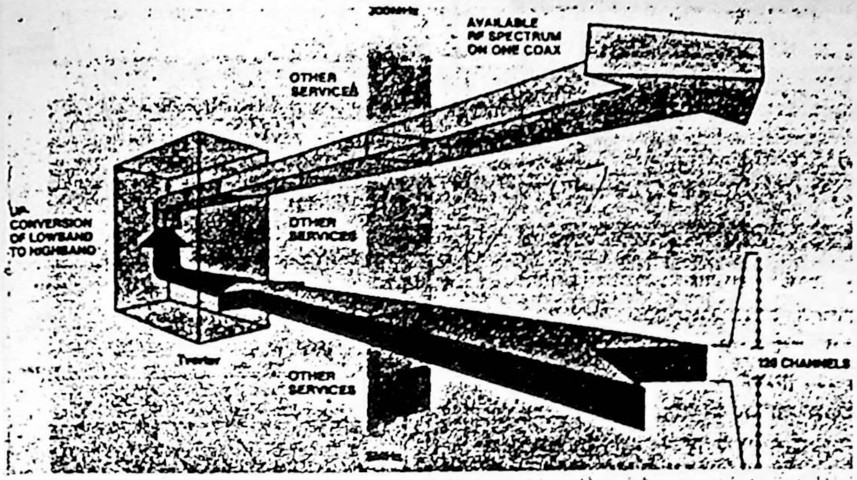
ישנו גם רת"מ אלחוטי. במערכת LOCAL) LADD (AREA DATA DISTRIBUTION, הרדיו מספק את טכנולוגיית הרשת הבלעדית לכל פעילות המגזר העסקי הפרטי והציבורי בכל אתר ומיקום – נייד, נישא/אישי, זמני וניית. מערכת LADD יכולה להחשב בפשטות רבה כמערכת מודם רדיו אינטליגנטית להפצה מקומית של נתונים ומידע ויישומי רשת. אחד ממרכיבי המפתח של המערכת היא יחידת בקרת שידור היכולה, לדוגמא, ליצור מימשק של מחשב עם רשת ה־LADD. ניתן להתקין יחידת בקרה זו בתחנת רדיו פרטית או אפילו בתחנת F.M. מסחרית. היחידה מחוברת למעבד ע"י ערוץ מיוחד למטרה זו. מערכות LADD דרכיווניות יכולות להיות דרמגמיות (FULL DUPLEX)

**רשתות תקשורת מקומית – רת"מ – הן מערכות תקשורת למרחק מוגבל השייכות לארגון בודד ומאפשרות למסופים המחוברים לרשת להתחבר זה אל זה.**

שרטוט 6: תפיסת טומסון CSF לגבי עתיד התקשורת המשרדית.



שרטוט 7: כך משתמש הרת"מ של סייטק במדיום של פס־רחב.

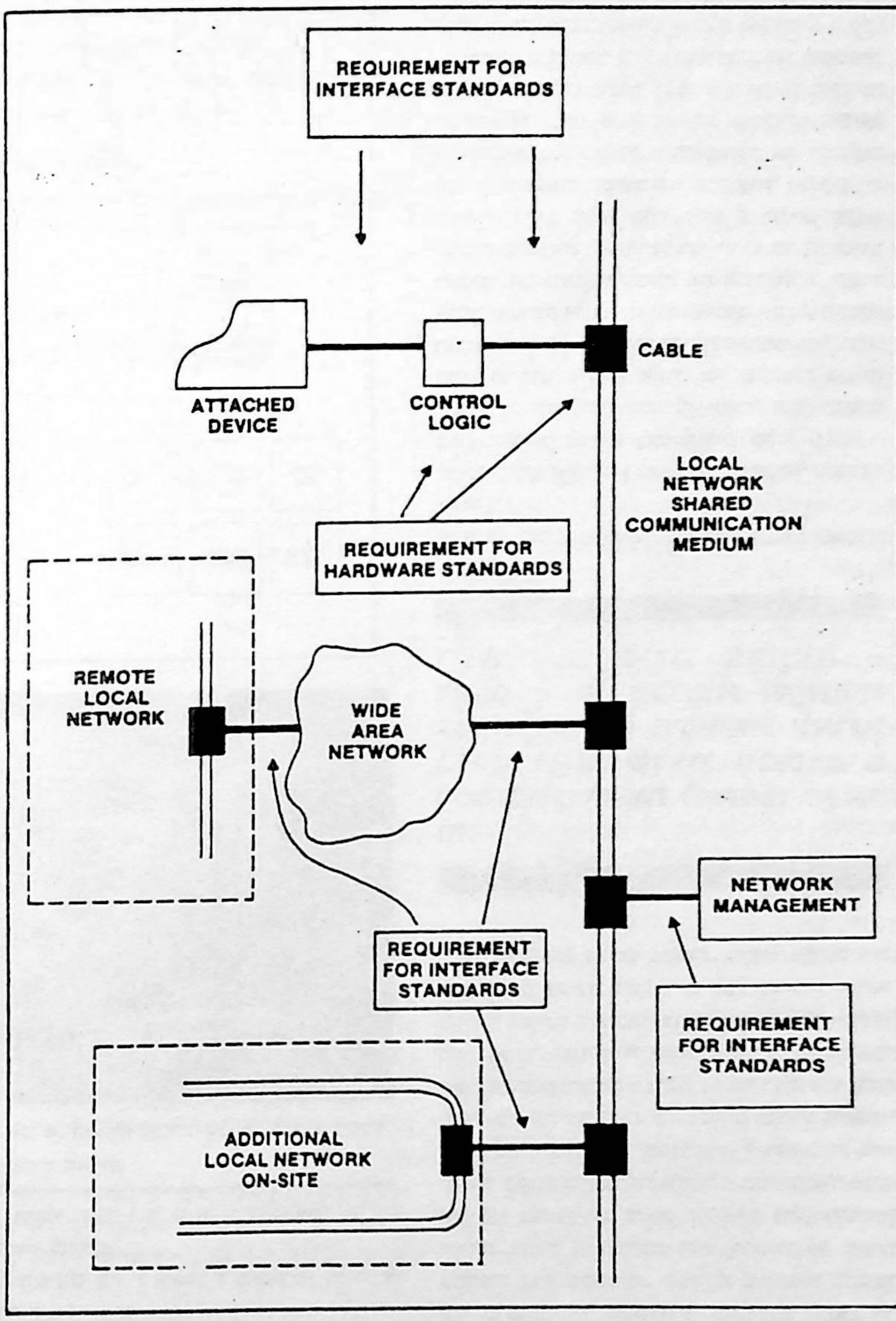



**מרבית פעולות התקינה של רת"מ היום מכוונות להשגת תאי־מות לשינויים עתידיים.**

או חצי מגמיות (HALF DUPLEX). המשתמשים במערכות אלה בארה"ב כוללים את תעשיית החדשות והעתונות וכמו כן שרותי ממשלה ושרו־תי חירום.

### סיכום

ישנה היום כבר קשת רחבה של מוצרי רת"מ עם שוני רב בביצועים, מהירות, גודל ומחיר. מספר חברות אף מספקות ערכות להרכבה עצמית לשינוי רת"מ מסוג אחד לסוג אחר. (למשל מפס רחב לפס צר). יחד עם זאת כדאי לציין שבמוצרי רת"מ ישנן בעיות גם בתוכנה ולא רק בחומרה, אך זה כבר נושא לדיון נפרד. ◆◆




שרטוט 5: דרישות להתקנה והתאמה של רת"מ

# הכל (כמעט) אודות טלטקסט

***המונח וידיאוטקס משמש לתיאור מערכות אינפורמציה ממוחשבות המבוססות על שימוש בטלפון ומכוונות לשוק הרחב. זוהי שיטה אינטראקטיבית וגם קלה ונעימה לשימוש (יש צבע וגרפיקה). עם הופעתה הראשונה באנגליה בשנת 1972, היא נקראה VIEWDATA ולאחר מכן PRESTEL (1978).***

בעשור האחרון, המונחים הבאים שימשו ברחבי העולם וגם בישראל לתאור שידורי אינפורמציה:

VIEWDATA
VIDEOTEX
VIDEOTEXT
TELETEXT
TELETEX

מילים אילו (פרט לאחרונה) הופיעו בנפרד, באופן חלופי, עברו הגדרה מחודשת והופיעו שוב יחד ולחוד, כאשר כל אחת מהן מתייחסת לטכניקה מסויימת, וכולן קשורות יחד.

נתחיל במבוא כללי על התפתחות הוידיאוטקס ואח״כ נעבור לעיקר המאמר – הטלטקסט.

## וידיאוטקס – שיטה אינטראקטיבית וקלה לשימוש

המונח וידיאוטקס משמש לתיאור מערכות אינפורמציה ממוחשבות המבוססות על שימוש בטלפון ומכוונות לשוק הרחב. זוהי שיטה אינטראקטיבית וגם קלה ונעימה לשימוש (יש צבע וגרפיקה). עם הופעתה הראשונה באנגליה בשנת 1972, היא נקראה VIEWDATA ולאחר מכן PRESTEL (1978).

במשך שנות השבעים והשמונים המוקדמות, כאשר מדינות אחרות החלו בפיתוח הגירסאות שלהן לתשדורות אלו, החלה ההפרדה בין ה־VIEWDATA הבריטי והוידיאוטקס של הארצות האחרות, כגון צרפת, גרמניה המערבית, ארה״ב, קנדה ויפן.

בתקופה זו, היו מאמרים שהתייחסו למונח וידיאוטקס כשם כללי לכל המערכות הממוחשבות שנכללו יחד תחת הכותרת המעורפלת ״משרד המחר״, ״משרד ממוכן״, ״בית אלקטרוני״, ״מהפכת התקשורת״ וכדומה.

התפתחותו של הוידיאוטקס היתה שונה באירופה, ארה״ב, קנדה ויפן.

בשנות ה־80 המוקדמות, ניתן כבר לדבר על מערכת וידיאוטקס אירופאית. באמצע 81, 26 חברות האיגוד האירופאי לדואר וטלקומוניקציה (CEPT) הסכימו על תקן לרמה בסיסית של וידאוטקס, אבל כמעט אף אחד מן המנויים לא השתמש במסוף שענה לתקן זה.

רק מערב גרמניה, שלא ייסדה תקן משלה לשידור ותצוגה של אינפורמצית וידאוטקס (כמו בריטניה וצרפת), השפיעה על פיתוח תקן ה־CEPT. חברת התקשורת הבריטית (BRITISH TELECOM) פיתחה את תקן פרסטל (PRESTEL) לוידאוטקס, בעוד שהצרפתים ראו את הוידאוטקס כחלק ממערכת כוללנית ורחבה יותר הנקראת TELEMATIQUE, שהוא שם אחר למיזוג של מחשבים ותקשורת – ואשר הותאם לתקן ה־TELETEL.

במערב גרמניה, משמעותו של וידאוטקס הוא הטכנולוגיה של כל תקשורת האינפורמציה. ב־1977 הוחל בשיטת BILDSHRIMTEXT שאיחדה את הגישה הבריטית והצרפתית. מה שמייחד את הגישה המערב גרמנית היא ״קונצפציית השער״. בשיטה זו המחשבים הם גורמי ביניים בין הלקוחות והמחשבים המרכזיים של בנקים, עיתונים, מולי״ים וכו׳.

בארה״ב, המונח וידאוטקס הוא עוד פחות מוגדר, מכיוון ששירותי אינפורמציה ממוחשבים היו קיימים על בסיס לאומי עוד לפני שאנשים החלו לדבר על וידאוטקס,

ונודעו בשם תעשיית מסדי הנתונים׳ או ׳תעשיית הקו׳ (LINE INDUSTRY).

אחת המערכות הידועות ביותר – מערכת החדשות בענייני בורסה של DOW-JONES קיבלה את השם וידאוטקס אף־על־פי שאין בה שימוש בצבע או בגרפקיה.

מכיוון שהגדרתו של הוידאוטקס, תלוייה בקיומו של תקן מקובל לתצוגת אינפורמציה, התקן האמריקאי מפורסם ע״י מכון התקנים האמריקאי (ANSI) ונקרא בשם NORTH AMERICAN PRESENTATION LEVEL PROTOCOL NAPLPS.

שיטה שיש לה מאפיינים הדומים לאלו המתוארים ב־NAPLPS מוגדרת כוידאוטקס. תקן זה פותח מתוך התקן האירופאי (גם פרסטל וגם טלטל), אלפאמוסאיק, השיטה הקנדית טלידון (שהיא אלפא גיאומטרית), וPDI (הוראות תיאור תמונה), ושיטת AT&T האמריקאית.

מכיוון שתיאור כל התקנים השונים לוידאוטקס הוא מעבר לתחום של מאמר זה, רק נזכיר כאן את שיטת CAPTAIN היפנית המתואמת במיוחד לשפה היפנית. שיטה זו, שפותחה ע״י חברת ניפון טלגרף וטלפון, נכנסה לשימוש ב־1984. היפנים גם פיתחו מתאם מ־CAPTAIN ל־NAPLPS.

מערכות וידאוטקס השתנו גם באופן פונקציונלי בנוסף לטכני. מדובר כעת גם על מערכות ״סופר־וידאוטקס״, המהוות שיפור לעומת וידאוטקס, ע״י שימוש בתמונות נעות באיכות גבוהה וגם ע״י שימוש בערוץ שמע.

## טלטקסט

טלטקסט הינה מערכת מהירה לשידור אינפורמציה בצורת דפים למקלטי טלויזיה ביתיים, תוך שימוש במשדרים ומערכות טלויזיה בכבלים הקיימים כבר כיום. הדפים מקודדים בצורה דיגיטלית ומשודרים בזה אחר זה תוך שימוש במירווח המחיקה האנכי, ומפוענחים ע״י פענח מתאים במקלט עצמו.

מערכות המקור מורכבות ממעבדי תמלילים היוצרים את הדפים, לעיתים יחד עם תמונות גרפיות. מערכות אלו מחוברות לזכרון דפים ומחשב שידור. מקורות מידע אחרים יכולים להיות מאגרי נתונים המספקים אינפורמציה המשתנה במהירות, כמו מחירי מניות בבורסה, מועדי נחיתות והמראות וכו׳ – באופן אוטומטי. הדפים השונים עוברים עיבוד ע״י מחשב השידור, ונשמרים בזכרון הדפים לשידור. הזכרון נסרק בצורה מחזורית, והמידע מוכנס לאות הטלויזיה.

את שיטת טלטקסט (או כפי שנקראה בתחילתה וידיאוטקסט) אפשר לראות כתת־שיטה של וידאוטקס, או כטכניקה חדשה המבוססת על ערוץ סמוי דיגיטלי בשידורי טלויזיה בכבלים.

מכיוון שמטרת המאמר לתאר את שיטת הטלטקסט, נדגיש כי המונח ׳טלטקס׳ (בלי האות האחרונה – ט׳) מתייחס לטכניקה אחרת המשלבת עיבוד תמלילים ותקשורת אלקטרונית ממוחשבת, במהירות גבוהה, דרך מכונות טלקס וטלפון. מסופי הטלטקס ניתנים לחיבור לרשתות טלפון ציבוריות או רשתות העברת נתונים פרטיות. התקשורת מתבצעת ישירות בשיטת הזכרון־לזכרון באופן אוטומטי.

לסיכום: וידאוסקס כולל מערכות המשתמשות בקווי טלפון באופן אינטראקטיבי, ואילו טלטקסט (או וידיאוטקסט) כולל מערכות המשתמשות ברשתות טלויזיה בכבלים ואיננו אינטראקטיבי.

## הצד הטכני של הטלטקסט

טל״ט הוא שיטה להבאת אינפורמציה ממוחשבת ובידור למסכי הטלוויזיה ללא הפרעה לשידורים הרגילים.

המאפיין העיקרי של הטל״ט הוא שאינפורמציה דיגיטלית מוכנסת בשיטת ריבוב־זמן (MULTIPLEXING) על אות הטלוויזיה האנלוגי.

מעגלים מיוחדים בטלויזיה משמשים לפענוח האותות הדיגיטליים ולהצגתם על פני המסך. לרשות הצופה עומדת מערכת בקרה, למשל מכשיר שלט רחוק, שבעזרתו הוא יכול לעבור מהשידורים הרגילים אל הטל״ט וחזרה, או אפילו לתצוגה בו־זמנית של שידורי הטל״ט על התוכנית הרגילה.

כך קורה שכל תחנת שידור טלוויזיה הופכת לתחנה כפולה המשדרת בו־זמנית גם תוכניות רגילות וגם שידורים מיוחדים המבוססים על קידוד דיגיטלי של מלים ותמונות. כך גם לגבי תחנות שידור בכבלים – שני ערוצים בתוך כל ערוץ. ע״י אפשרות הבחירה בין שידורי הטל״ט והשידורים הרגילים, הצופה יכול למשל לקרוא את החדשות תוך כדי צפיה בתוכנית אחרת, כך גדלה כמות האינפורמציה העומדת לרשות הצופה.

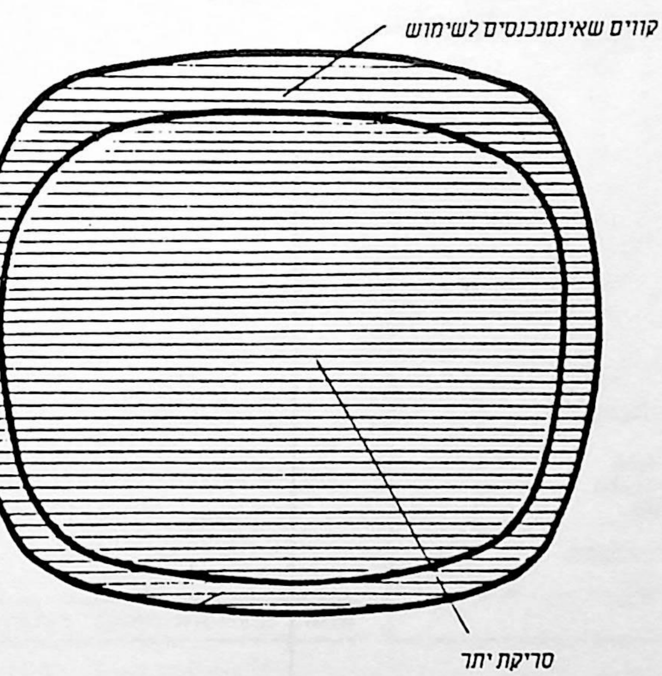
מהבחינה הטכנית ישנן שתי שיטות לשידור האות הדיגיטלי:

א. ״חבוי״ באות הטלויזיה הרגיל.

ב. ע״י שימוש בחלק מן האות הרגיל הנקרא בשם ״מירווח מחיקה אנכי״ (VBI). שיטה זו נפוצה יותר.

תמונת הטלוויזיה הרגילה נוצרת על המסך באמצעות סידרה של קווים אופקיים צפופים: ״תותח אלקטרונים״ יורה זרם של אלקטרונים הסורקים את המסך באופן

*ציור מס׳ 1:*
*קווים בלתי שימושיים בזמן מירווח המחיקה האנכי*




**בשנות ה־80 המוקדמות, ניתן כבר לדבר על מערכת וידיאוטקס אירופאית. באמצע 81, 26 חברות האיגוד האירופאי לדואר וטלקומוניקציה (CEPT) הסכימו על תקן לרמה בסיסית של וידאוטקס, אבל כמעט אף אחד מן המנויים לא השתמש במסוף שענה לתקן זה.**

**טלטקסט הינה מערכת מהירה לשידור אינפורמציה בצורת דפים למקלטי טלויזיה ביתיים, תוך שימוש במשדרים ומערכות טלויזיה בכבלים הקיימים כבר כיום. הדפים מקודדים בצורה דיגיטלית ומשודרים בזה אחר זה תוך שימוש במירווח המחיקה האנכי, ומפוענחים ע״י פענח מתאים במקלט עצמו.**

שיטתי. אבל לזרם האלקטרונים דרוש זמן כדי להגיע מהפינה התחתונה של המסך אל הפינה העליונה הנגדית, כדי להתחיל בסריקת התמונה הבאה.

הטלוויזיה מבצעת בד״כ סריקות שבהן הקווים שזורים זה בזה: אם נמספר את כל הקווים, קודם נסרקים הקווים האי־זוגיים (שדה אי זוגי), ואחרי כן עולה הקרן למעלה וסורקת את הקווים הזוגיים (שדה זוגי). כך נוצרים שני שדות לכל תמונה שלמה (בארה״ב קצב התצוגה הוא 30 שדות לשנייה, באירופה ובישראל 25).

בזמן שהקרן מבצעת את הדילוג מלמטה למעלה, משוד־רים קווי סריקה אך הם אינם מנוצלים ע״י המקלט. דבר זה יוצר את מירווח המחיקה האנכי״ (VBI), הנמצא פיסית מעל לקטע המסך הניתן לצפייה (ציור מס׳ 1).

למעשה, מספר הקווים המנוצלים נע בין 483 ל־499 (תלוי במקלט) מתוך 525 אפשריים בארה״ב, או 563 עד 587 מתוך 625 במערכות אירופאיות.

בארה״ב, ה־VBI מורכב מ־21 קווים הניתנים לשימוש: קווים 1 עד 9 משמשים לסינכרון אנכי, וקווים 17 עד 19 שימושיים לאותות בדיקה וייחוס. קו מספר 21 נמצא כיום בשימוש ליצירת כותרות לכבדי שמיעה.

קווים 10 עד 13 אינם ניתנים לשימוש מכיוון שהדבר יוצר הפרעות במקלטים ישנים יותר, כך שרק קווים 14 עד 21 שימושיים למערכות טלטקסט.

בבריטניה, הטל״ט יכול טכנית להשתמש בקווים 7 עד 22, וקווים 320 עד 335 (בשדה השני). בקווים מעטים אלו ניתן להעביר אינפורמציה דיגיטלית, כאשר אות הוידאו מחליף בין כמות הלבן והשחור כדי לציין את הסימנים אחד ואפס המרכיבים את האות הדיגיטלי.

ישנם מפרטים המציינים את מספר הביטים שניתן להכניס למירווח סריקות הקווים, למשל 296 ביטים לקו או 37 בתים; 288 ביטים לקו או 36 בתים, וכו׳.

אף על פי שמספר קווי הסריקה בשימוש וגם כמות המידע לקו הם קטנים, כמות גדולה של אינפורמציה מילולית וגרפית ניתנות לשידור תוך נשך זמן קצר. בדרך כלל, נחוץ פחות מרבע שנייה כדי לשדר אינפורמציה מספקת ליצירת מסך מלא של טקסט.

עוד מאפיין עיקרי של מערכת הטל״ט הוא שהמערכות אינן כוללות בד״כ יותר מכמה מאות דפים של אינפורמציה בכל זמן נתון. תחנת הטלויזיה משדרת את כל הדפים האלו במחזור מתמשך.

אם המספר הכללי של הדפים נשמר קטן, אין הצופה צריך להמתין זמן רב כדי לקבל את המידע שהוא מעוניין בו. במערכות טל״ט עכשוויות המשדרות כ־100 דפים, זמן המחזור הינו בד״כ 22 עד 25 שניות. הזמן תלוי גם בכמות האינפורמציה בכל דף.

ישנן מספר טכניקות המשמשות להגדלת המהירות וכמות האינפורמציה המועברת באמצעות הטל״ט: הכנסות דפים מבוקשים יותר מספר פעמים וקשירה לוגית של דפים באותו נושא במחשב הטל״ט; שימוש במספר צורות של דחיסת מידע, כדי להקטין את כמות האינפורמציה הדיגיט־לית המשודרת. במקרה כזה, מכשיר הפענוח במקלט עצמו יצטרך לשחזר את המידע מתוך המידע הדחוס.

אין הטלטקסט צריך להישאר מערכת חד־כיוונית. ניתן לספק ערוץ משוב מהצופה למחשב הטל״ט, כך שהצופה יכול לפקח על שידור הדפים באופן אינטראקטיבי, בדומה לשאר מערכות המידע הממוחשבות.

דרך אחת לביצוע המשוב היא ע״י שימוש בטלפון המחייג בעזרת צלילים, ושימוש בלוח המקשים של הטלפון למשלוח הוראות. דרך אחרת היא ע״י שימוש במערכת הטלויזיה בכבלים בצורה המאפשרת גם שידור חוזר מהמ־קלט לתחנה.

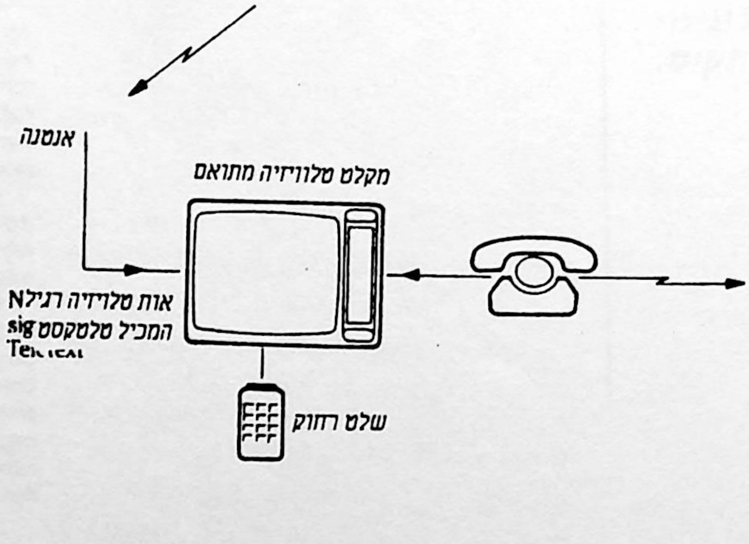
ישנן מערכות טל״ט המסוגלות להכניס עוד גיוון לשרות ע״י הפרדה בין דפים רגילים ודפים שניתן לעלעל בהם. ישנן גם מערכות הכוללות מידת מה של אנימציה. האינפורמציה הדיגיטלית המוכנסת לאות הטלויזיה יכולה גם להוות את הבסיס לשידור כיתובים לאנשים לקויי שמיעה, או לדוברי שפות זרות.

ישנן גם מספר תכונות מיוחדות וחדשות לטל״ט: תוספת של צפני־בטיחות לדפי טל״ט, כך שרק מקלט אחד או קבוצת מקלטים יהיו מסוגלים לראות אותם; שידור של תמונות צבעוניות דוממות (STILLS); משחקים הנעזרים במעבד זעיר; או שימוש בערוץ שלם לשידורי אינפורמציה, כאשר הבסיס לפענוח נמצא באות הטלטקסט, ועוד.

ציור מס׳ 2 מראה מקלט טלויזיה מותאם לטלטקסט ולוידאוטקסט

חוץ ממערכת הטלטקסט, קיים גם כבלטקסט – טלטקסט בכבלים, וגם טלטקסט באמצעות לווין. נושא זה יידון בנפרד.

*ציור מס׳ 2: מקלט המחובר למערכות וידאוטקס וטלטקסט*




## החידושים האחרונים בטלטקסט

הטלטקסט הראשון הינו פיתוח בריטי (1970), אע״פ שהטכניקה היתה קיימת באופן נסיוני בארה״ב ויפן.

הטלטקסט מופיע במספר צורות: טלויזיה בכבלים, שידורי רדיו ב־FM, ועוד. למעשה, יותר משלושים מדינות מעורבות בצורה כלשהי של טלטקסט או וידאוטקס.

בארה״ב, רשת NBC נכנסה לעסקי הטלטקסט לפני שנתיים, אבל פרשה לחלוטין ב־1984. מבין הרשתות המסחריות הגדולות, רק CBS מפעילה טלטקסט, אבל

אי התאימות בין המתכונות הבריטיות לצרפתיות עוררה קשיים בעיקר כאשר כל מדינה עשתה מאמצים לשכנע מדינות אחרות לאמץ את שיטותיה. בנוסף לבעיה האנגלית־צרפתית באו הקנדים עם שיטת ה"טלידון", שלהם.

ללקוחות פרטיים בלבד.

בבריטניה קיים מספר צופי הטלטקסט הגדול ביותר: ביותר מ־2.5 מיליון בתים מותקנים מכשירי טלויזיה המותאמים לקליטת השידורים המיוחדים.

באירופה לבדה, יותר מ־4 מיליון מקלטי טלטקסט נמצאים בשימוש, כאשר כ־90% מהם משתמשים ב־WST, שצמח מתוך CEEFAX הבריטי – מערכת שפותחה ע"י LOGICA, חברת תוכנה למחשבים.

בלונדון, ב־BBC – שבו פותח הטלטקסט במשך כעשור שנים – נשלחו שני עיתונאים כדי לכסות תחרות סנוקר בשידור חי, כאשר הם הזינו את המעכת בנתונים מעודכנים במשך כל התחרות תוך שימוש במסופים הניידים שלהם.

בשוויץ, חברת הטלטקסט השווייצרית החדשה מפתחת שירותים במספר שפות. כיום מוצעים שרותים בצרפתית ובגרמנית ובעתיד גם באיטלקית.

באוסטריה, חברת OSHTERREIDISHER RUNDFUNK (ORF) משדרת בנוסף לשעות הטלטקסט המגיע לכ־200,000 בתים אוסטריים, גם שירות אינפורמציה מיוחד, אודות מזג אויר ונסיעות, למבקרים בנמל התעופה של וינה, אשר מקבלים את המידע דרך מסכי הטלטקסט בקיוסקים הפזורים מסביב לנמל התעופה.

בעיר בריסברין באוסטרליה, שירות של טלטקסט־וידאוטקס הפך לקטלוג מכירות אלקטרוני.

ההצלחה של הטלטקסט בבריטניה היא קרוב לוודאי עקב הפופולריות הגבוהה של השכרת מכשירי הטלויזיה שם. בצרפת, פרוייקט הטל"ט קודם כחלק מתוכנית הטלמטיקס הלאומית. מספר חברות צרפתיות יוצרות מערכות טלויזיה במעגל סגור, המשדרות מידע עבור לקרחות ומועסקים של חברות מסויימות. כמו כן מפתחים מערכת טל"ט בערוץ שלם, שתכלול כ־5000 מסכי אינפורמציה (במקום מספר מאות במירווח המחיקה המוגבל). שירות הערוץ המלא ישודר על ה־TDF1, לווין השידור הצרפתי.

מפעילי טלויזיה בכבלים חוקרים גישות דומות. בישראל, משרד החינוך והתרבות מפקח על מערכת המבוססת על תקן ה־WST הבריטי והמשדרת לבתי ספר בתל־אביב.

## תקנים בשטח הטלטקסט

הטלטקסט התפתח מרעיון לתעשייה. פיתוחו סבל מ"מלחמת התקנים" שהגבילהאת הפעילות בשנות השמונים המוקדמות.

אי התאימות בין המתכונות הבריטיות לצרפתיות עוררה קשיים בעיקר כאשר כל מדינה עשתה מאמצים לשכנע מדינות אחרות לאמץ את שיטותיה. בנוסף לבעיה האנגלית־צרפתית באו הקנדים עם שיטת ה"טלידון", שלהם. בעזרת חברת AT&T, הפורמטים הצרפתיים (ANTI-OPE) והקנדים אוחדו לתקן הצפון אמריקאי הבסיסי (NABTS), שהוא קרוב של תקן הוידאוטקסט (NAPLPS). הבריטים אימצו את תקן ה־WST לפורמט שלהם.

בכדי לסבך עוד יותר את נושא התקנים, קיים גם העניין של וידאוטקס. שורש הבעיה נעוץ בחוסר התיאום בין התקנים הצפון־אמריקאיים והאירופאים.

בנוסף לפורמטים הבריטים והצרפתים, ישנה גם שיטת ה־BILDSCHRIMTEXT המערב גרמנית שהיא תקן מורכב של CEPT.

חברות הציוד היפניות עוקפות איגודים בינלאומיים ומנהלות מגעים ישירים עם מפעילים צפון־אמריקאיים ואירופאים וגם עם כמה מקובעי התקנים, במטרה ליצור מסגרת למערכות הניתנות להרחבה והמתואמות ביניהם.

הנטייה בקרב יצרני הציוד הבינלאומיים היא לייצר מערכות המסוגלות להתמודד עם כל פורמט המוצב בפניהם, כלומר מערכות בלתי תלויות בפרוטוקול.

חברת ITT פיתחה רכיב אלקטרוני עבור טלטקסט זול המסוגל לפענח את WST הבריטי וניתן להרכבה בתוך מקלט הטלויזיה.

**למרות שרק בשנות ה־80 המושג רת"מ (רשתות תקשורת מקומיות) קיבל תנופה, הטלוויזיה בכבלים היא יישום חשוב של רת"מ. אחת התכונות החשובות של הטל"כ היא חוסר הצורך במיתוג. להבדיל ממערכת הטלפונים, המקשרת בין מנוי יחיד למנוי אחר ע"י מערכת של מתגים, במערכת הטלוויזיה בכבלים קיים קשר בין תחנת השידור המרכזית לכל המנויים באמצעות קבוצת אפיקי תמסורת מסויימים.**

**בעית המיעון למנויים היא קריטית בקשר לשירותים כמו: מתן אישור לערוצי טלוויזיה בתשלום, שינויי אישורי קליטה לעשרות סוגים של תוכניות, גילוי תקלות וגילוי מסופים מנותקים.**

בסביבות שנת 1940, כאשר הוחל בשידורי טלוויזיה בכבלים, המטרה היתה לשדר את אות הטלוויזיה לבתים באזורי קשי־קליטה.

בתחילת שנות ה־60, הטלוויזיה בכבלים שימשה לשידור מידע דיגיטלי בנוסף לשידור אות הטלוויזיה. כך נוצרה תחרות עם רשת קווי הטלפון, כאשר לטלוויזיה יתרון של אפשרות העברת יותר מידע במהירות גבוהה יותר.

עם פיתוח מערכת הכבלים מאז שנות ה־70, נבדקו מבחר של מערכות תקשורת וידאו, שמע ואינפורמציה דו כיוונית, כולל טלטקסט.

חוץ משידורי הטלטקסט, שהם חד־כיוונים (מתחנת מוקד התפעול בלבד), מערכת הטלטקסט בכבלים מסוגלת להעביר אינפורמציה דיגיטלית בשני הכיוונים.

הטקסט מיוצר ע"י מחולל אותות במיקום מרכזי כלשהו, כמו למשל במוקד התיפעול (HEAD-END), ואות הוידאו המתקבל דומה בהרכבו לכל אות טלוויזיה אחר, התופס רוחב פס של 6MHZ.

המידע המוכנס למחולל האותות מגיע למוקד התיפעול כרצף אותות דיגיטלים. בצורה זאת עובדים בחברות גדולות כמו ,ASSOCIATED PRESS, RUETERS CABLE NEWS SERVICES UNITED PRESS INTERNA- CABLE NEWSWIRE,NEWS CABLE THE NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINIS-TIONAL .TRATION

לאחרונה החלו מערכות הכבלים לשמש לערוצי טקסט של עיתונים מקומיים. העיתון יכול לשכור אפיק אחד או יותר של מערכת הכבלים ולשדר דפי חדשות מקומיות, ספורט וארועים קהילתיים ואפילו פרסומות ומודעות. הצופים חייבים לחכות לשורות הטקסט המתגלגלות על המסך כדי לקבל את כל דפי המידע.

## טלטקסט בטלוויזיה בכבלים

בין מערכות הכבלים המיועדות לשידור אותות טלוויזיה עם אותות דיגיטליים למטרות תקשורת נתונים, הטלוויזיה בכבלים היא מעניינת במיוחד. למרות שרק בשנות ה־80 המושג רת"מ (רשתות תקשורת מקומיות) קיבל תנופה, הטלוויזיה בכבלים היא יישום חשוב של רת"מ. אחת התכונות החשובות של הטל"כ היא חוסר הצורך במיתוג. להבדיל ממערכת הטלפונים, המקשרת בין מנוי יחיד למנוי אחר ע"י מערכת של מתגים, במערכת הטלוויזיה בכבלים קיים קשר בין תחנת השידור המרכזית לכל המנויים באמצעות קבוצת אפיקי תמסורת מסויימים.

ישנן מספר טכניקות המאפשרות תקשורת בין יחידים במערכות כבלים, והם: מישאלים (POLLING), שיטת השיחות (CONTENTION) ושיטת הערוץ המיוחד (DEDICATED BANDW- IDTH).

בשיטת המישאלים, מחשב מרכזי פונה למסופי המנויים לפי סדר מסוים, ובזמן הפניה המסוף רשאי לענות במסר דיגיטלי, המכיל קוד זיהוי וכמות קטנה של מידע. המידע יכול להיות הודעה לשידור, או בקשה לעבור ערוץ, או בקשה לשידור מידע נוסף. שיטת השיחות, הידועה גם כ־(CSMA/CD) (CARRIER SENSE MULTIPLE ACCESS COLLISION DETECTION)

דומה לשיחה במסיבה: כאשר מישהו מדבר האחרים מקשיבים, אבל אם שני אנשים או יותר מתחילים לדבר בו זמנית, הם מפסיקים ומישהו מתחיל שוב, קצת לפני האחרים.

בשיטת הכבלים, כל המסופים משתמשים באותו ערוץ לשידור מידע למחשב המרכזי, אבל מסוף אינו משדר אם יש מסוף אחר שכבר נמצא בשידור. השידורים מחולקים למנות, כך שלא קורה שמסוף אחד משתלט על כל הערוץ. ברגע שהערוץ מתפנה, מסוף אחר יכול להתחיל בשידור, ואם שניים או יותר מתחילים זו זמנית, כל אחד מפסיק ומתחיל אחרי השהייה אקראית, כך שתמיד אחד מתחיל לפני אחרים.

שיטה זו היא חלק מקבוצת טכנולוגיות רחבה יותר שפותחה לתקשורת נתונים במהירות גבוהה בין מסופים שנמצאים בקרבה גיאוגרפית. טכניקות אלה הנקראות רשתות תקשורת מקומיות (רת״מ) (LOCAL AREA NETW- LAN ORK), משתמשות בעוד שתי טכניקות בנוסף לשיטת המי־שאל:

1. שיטת העברת אסימון במבנה טבעתי תוך שימוש בזוגות חוטים שזורים
2. שיטת העברת אסימון לטלוויזיה בכבלים בכבל קואקסיאלי. (שיטת העברת אסימון כוללת שימוש בצופן מיוחד, שמסתובב ברשת אחרי שידור וקליטת ההודעה. המסוף משחרר את הצופן והערוץ שוב פנוי).

טכניקה נוספת, פשוטה יותר, היא שיטת חלוקת תד־רים. בשיטה זו, חלק מהערוץ מיועד לתקשורת דיגיטלית בין שני מנויים, ומתנהג בדיוק כאילו חוברו ע״י קו מיוחד (קו טלפון). כמו במערכת טלפון, מערכת הכבלים משתמשת במודם כמימשק בין המסוף או המחשב לקו התקשורת.

תוך כדי שימוש בטכניקות אלה, ביחד או לחוד, מערכות הטלוויזיה בכבלים המשיכו לבחון את השימוש במערכות מידע סיפרתי למנויים, ולמעשה החלפת קווי הטלפון כאמצעי התקשורת בין מחשב ביתי, או מסוף, למחשב המרכזי.

באופן כללי, מערכת טלוויזיה בכבלים כוללת מערכת קליטה, או מוקד תיפעול (HEAD-END) הממוקמים בד״כ באתר של מערך אנטנות הקליטה, במקום שבו אותות התוכנית הנכנסים, מוגברים ומעובדים לפי הצורך ומשם מנותבים למערכת הכבלים שמביאה את השידורים למנר־יים.

בעית המיעון למנויים היא קריטית בקשר לשירותים כמו: מתן אישור לערוצי טלוויזיה בתשלום, שינויי אישורי קליטה לעשרות סוגים של תוכניות, גילוי תקלות וגילוי מסופים מנותקים.

בעיית המיעון ניתנת לפתרון ע״י מספר טכניקות, ממישאל ועד לטלטקסט (לכל המנויים ללא הבחנה), ויותר מחצי תריסר יצרני ציוד לטלוויזיה בכבלים מציעים ממירים בעלי יכולת מיעון.

חברת DOW-JONES היא דוגמא לחברה המשתמשת במס־פר שיטות תקשורת בכבלים כדי ליצור מסדי־נתונים ממוחשבים לשימוש ביתי ועיסקי.

בישראל, התפתחו לאחרונה, רשתות טלוויזיה בכבלים בטכניקות של רשתות תקשורת מקומיות – רת״מ – רחבי סרט (כפר ורדים, מעלה אדומים, וכו׳). רוחב הסרט שמעמידות רשתות מבוססות טל״כ (טלוויזיה בכבלים) הינו של כ־450MHZ, דבר המאפשר תמיכה בעשרות אלפי מנויים, העברת נתונים ברשת בקצבים כוללים של עשרות MHZ וכן גם העברה בו זמנית של מידע מגוון לא רק בתחום הנתונים אלא גם בתחומים אחרים, כגון חוזי (VIDEO), קול ועוד. העברת מידע אנאלוגי ודיגיטלי נעשה ע״י חלוקת רוחב הסרט.

תכונה מעניינת של השיטה הזאת היא האפשרות לצאת מן הרשת לעולם החיצון, כגון רשת מיתוג מנות ׳ישראנת׳ להעברת נתונים, ׳שידוך׳ בין הרשת הטלפונית לרשת עיבוד הנתונים ועוד.

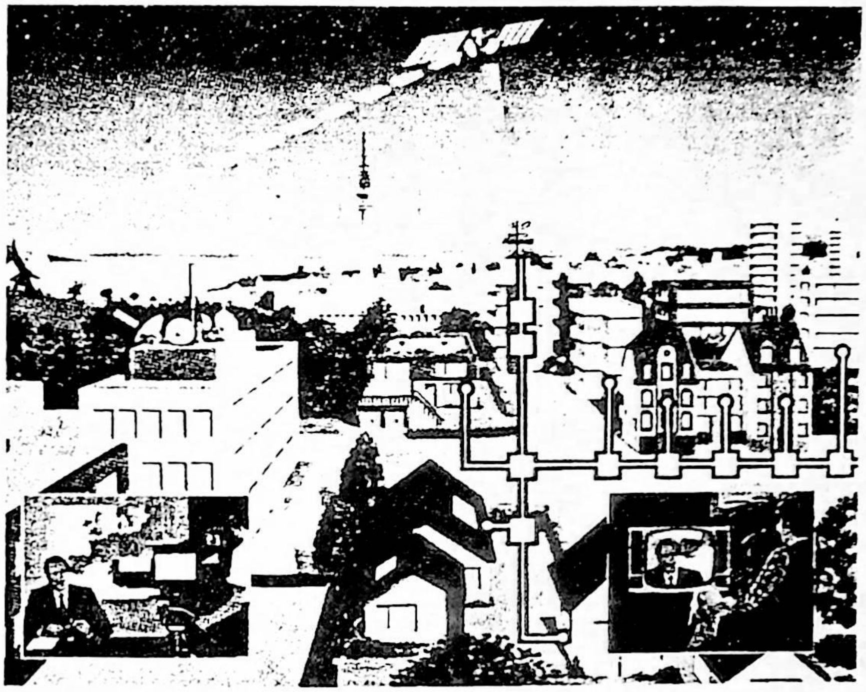
התחום הזה נמצא היום בחיתוליו ובתחילת הדרך להתפתחות הן מבחינת טכנולוגית והן מבחינה יישומית אבל יש להניח שהוא יגדל ויתפתח.

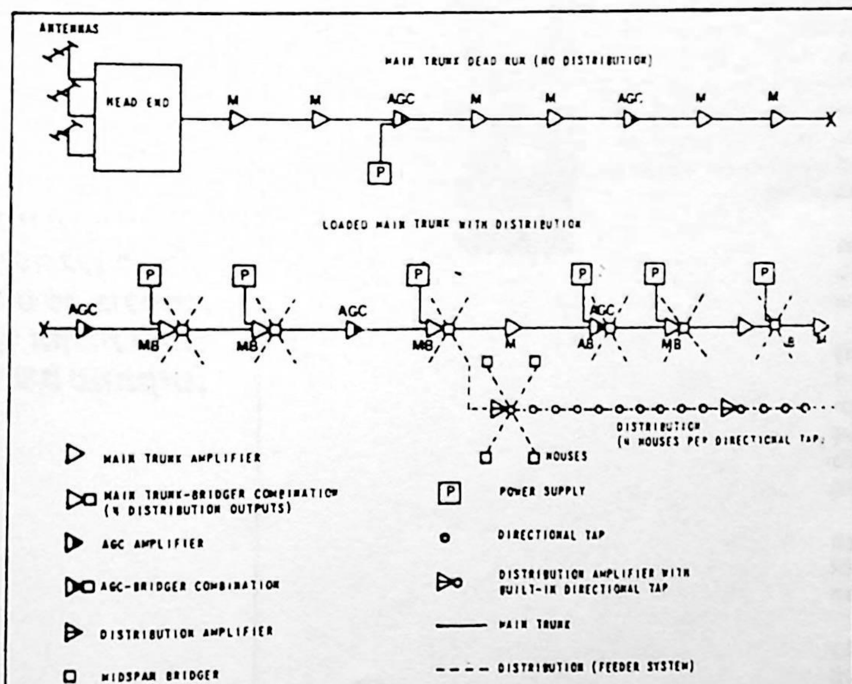
## טלטקסט באמצעות לוויינים

אחד היישומים שנכנס לשימוש הוא שימוש בשיטת הטלטקסט כדי לאפשר טקסט וגרפיקה בקנה מידה לאומי דרך לוויינים לראשי הקליטה של מערכות הכבלים. שיטה זו מתאימה במיוחד להבאת שירותי טלוויזיה בתשלום ותכ־ניות אחרות שאינן מיועדות לשידור נרחב למנוי הכבלים.

מכיוון ששיטת הטלטקסט מוסיפה את המידע לאות הטלוויזיה הקיים, ניתן להשתמש באות שכבר נמצא בשי־דור לנשיאת האינפורמציה הנוספת. בשיטה זו אין צורך להוסיף ערוצים נוספים בלווין או במערכת הכבלים.

בישראל החקיקה מתקדמת לכיוון אישור הקמת רש־תות טלוויזיה בכבלים. כמו כן השכרת טרנספונדרים בלווייני תקשורת תאפשר פיתוח שירותים חדשים בטכנולוגיות אלא, כולל טלטקסט■.





מרכיבים בסיסיים של מערכת טלוויזיה בכבלים.

# תשלומים אלקטרוניים מנקודות מכירה

## מבוא

בתולדות אמצעי התשלום אפשר לציין מספר שלבים: סחר חליפין, מטבעות כסף וזהב, שטרות נייר, צ׳קים, ולבסוף כרטיסי אשראי ותשלומים אלקטרוניים.

התפתחות התשלומים האלקטרוניים התאפשרה עקב התפתחות המיחשוב הבנקאי ותקשורת הנתונים והיא עשוייה להוות אמצעי התשלום המרכזי בכלכלת העתיד. המאמר שלהלן סוקר את שיטת התשלום האלקטרוני בנקודות מכירה (תאנ״מ) ומביא כמה מההתפתחויות בשטח זה.

בשיטה זו, עבור תשלום, הלקוח מגיש לקופאי כרטיס מגנטי של בנק מסויים, וזה מעביר אותו דרך ציוד קורא ומוסיף את סכום התשלום. באותו זמן, הלקוח מקיש מספר זיהוי אישי ע״ג קופסת קלידים.

מערכת עיבוד נתונים ותקשורת, מעבירה את שני הנתונים האלה לבנק שהנפיק את הכרטיס, כדי לוודא שבחשבון הלקוח יש הסכום הדרוש ושהמספר שמסר הוא נכון. עם קבלת האישור, בוצע התשלום: חשבון הקונה חוייב וחשבון המוכר זוכה.

קיימים מספר שיטות, ציוד קצה, ומערכות בתצורות שונות עבור תאנ״מ, אבל לכולם אותן מטרות: הורדת כמות הניירת, חסכון בזמן ומניעת הפסדים הנגרמים עקב גניבות ואי־תשלום – יתרונות חשובים גם לבנק וגם ללקוח.

## רשתות תקשורת עבור תאנ״מ

להצלחת השיטה דרושה רשת תקשורת אמינה ובטוחה בין הגורמים המעורבים; לכן, הכנסת תאנ״מ, מהווה שוק חדש עבור ספקי רשתות התקשורת.

קיימות שתי שיטות עיקריות עבור רשתות תקשורת לתאנ״מ:

- ריכוזית.
- מבוזרת.

עבור רשתות לא גדולות, מומלצת רשת תקשורת מקומית ריכוזית עם מספר מוגבל של מסופים בנקודות המכירה המחוברים למחשב אחד, המפיץ כרטיסי תשלום.

עבור רשתות גדולות, שאליהן מחוברים הרבה מוסדות בעלי מחשבים מרכזיים, נראה שהפתרון הטוב הוא רשת מבוזרת, בעלת מתגים המנתבים את הנתונים המתקבלים מנקודות מכירה אל מרכז המחשבים של כל ארגון בנפרד; המתגים מחוברים באמצעות עורקים. במקומות שיש ריכוז של מספר מסופים, משתמשים במאגדים, הנמצאים במרכזיות טלפון, לדוגמא.

בשיטה זו, מתכננים בנקים באנגליה לבנות רשת של כ־250,000 מסופים וכ־100 סוגים של כרטיסי אשראי.

בארה״ב קיימות מספר רשתות לתאנ״מ. אחת הגדולות ביותר נמצאת בפלורידה, ׳פובליקס סופרמרקטס׳, עם כ־3000 מסופים בשנת 1986.

חברות עיבוד נתונים, כגון AUTOMATED DATA PROCESSING בנו את רשת ׳THE EXCHANGE׳, שהיא משולבת עבור נ״מ ומסופי בנק אוטומטיים.

גם בארצות אחרות פיתחו רשתות מבוזרות, כמו לדוגמא באוסטרליה (רשת ניסיונית ב־1985), ועוד.

מוצרים חדשים לתקשורת פותחו כדי לשלב שירותים ורשתות. לדוגמא, חב׳ SIXCOM באיטליה, פיתחה מערכת בשם SIXBANK המאפשרת פעולות בנקאיות מנקודות שונות מרוחקות למחשב של הבנק: העברת כספים, תשלומים שונים, מסים, מטבע חוץ, בירורים וכו׳ וכל אלה מוצפנים, כדי להבטיח את סודיות הפעולות. נוסף לכך, בגלל השימוש בשיטת ה־VIRTUAL TERMINAL, המשתמש בפרוטוקול סטנדרטי, הציוד יכול להתחבר לרשת פתוחה (ISO-OSI).

נוסף לרשתות מקומיות ולאומיות (או אפילו גדולות), התפתחו גם רשתות בין־לאומיות לתשלומים אלקטרוניים. בסקנדינביה, הבנק הגדול ביותר, SEB (SKANDIVASKA ENSKILDA BANKEN) הקים רשת בינלאומית SEBIS, (SEB INTERNATIONAL SYSTEM) המסוגלת לבצע כל פעולה כספית מסחרית ועדכון מידע, בכל סניפי הבנק בסטוקהולם, לוקסמבורג; ניו־יורק, פרנקפורט, המבורג, סינגפור וכו׳.

SEBIS מבוססת על מחשבי וואקס הפועלים בזמן־אמת של IBIS, TYMESHARE'S INTERNATIONAL BANKING AND INVESTMENT SYSTEM.

נוסף לפעילויות בנקאיות, כספיות, מכתבי אשראי, עדכון מצב מטבעות חוץ וערכם – המערכת מבצעת פעולות כגון: עיבוד תמלילים, דאר אלקטרוני, ישיבות וועידה ועוד.

הרשת הבילנאומית מבוססת על קווי תקשורת חכורים מארצות שונות - משרדי תקשורת או חברות הנותנות שרותי תמסורת. כמו־כן SEBIS יכולה למכור שירותי מידע ללקוחות, מכל רחבי העולם שגם להם יש מסופים מחוברים לרשת.

בסינגפור ב־1985 הוקמה רשת לבנקאות אלקטרונית עבור העברת כספים מנקודות מכירה בין חמשת הבנקים הגדולים שם. הרשת מאפשרת לבעלי כרטיסי אשראי של בנקים אלה לבצע קניות בנקודות המכירה שבהם נמצא מסוף המאפשר תשלום במקום.

הבנקים מבצעים העברת תשלומים אלקטרוניים, באמצעות חברה פרטית NETS (NETWORK FOR ELECTRONIC TRANSFERS FOR SINGAPORE). המחשב המרכזי הוא TANDEM בעל 3 מעבדים ובעל זיכרון 4 מ״ב. הקווים חכורים ובעלי מהירות גבוהה להעברת נתונים וטרם הוחלט אם הרשת תהיה במיתוג־מנות.

## כרטיס חכם

בצרפת, פיתחו עבור ת״א ׳כרטיס חכם׳ הזהה בגודלו לכרטיס הפלסטיק עם הפס המגנטי (כגון כרטיס אשראי), אולם שונה ממנו בגודל הזיכרון

**התפתחות התשלומים האלקטרוניים התאפשרה עקב התפתחות המיחשוב הבנקאי ותקשורת הנתונים והיא עשוייה להוות אמצעי התשלום מרכזי בכלכלת העתיד.**

**בארה״ב קיימות מספר רשתות לתאנ״מ. אחת הגדולות ביותר נמצאת בפלורידה, ׳פובליקס סופרמרקטס׳, עם כ־3000 מסופים בשנת 1986.**

**בסינגפור ב־1985 הוקמה רשת לבנקאות אלקטרונית עבור העברת כספים מנקודות מכירה בין חמשת הבנקים הגדולים שם. הרשת מאפשרת לבעלי כרטיסי אשראי של בנקים אלה לבצע קניות בנקודות המכירה שבהם נמצא מסוף המאפשר תשלום במקום.**

האצור בכרטיס וביכולתו לעיבודים פנימיים הו־דות לשבב׳ הכלול בכרטיס, שעוביו כעובי הכר־טיס.

הפיתוח שהתחיל ב־1974 (ROLAND MORENO), מבוסס על רעיון להכניס מעגל אלקטרוני זעיר, בכרטיס פלסטיק. המעגל האלקטרוני מכיל זיכ־רון המסוגל להגיע עד 10 א״ב עם אפשרות לפיקוח ולניהול הזיכרון.

הכרטיס החכם בא לענות על מספר דרישות חשובות בפעולות בנקאיות – זיהוי, סודיות ומני־עת גניבות. יש לו מספר תכונות:

***הכרטיס החכם בא לענות על מספר דרישות חשובות בפעולות בנקאיות – זיהוי, סודיות ומניעת גניבות.***

הזיהוי, או בעת השימוש.

בדרך־כלל יש 3 אזורים בזיכרון:

1. אזור חופשי: אפשר לקרוא נתונים באופן חופשי.

2. אזור סודי: מאזור זה ניתן לקרוא את הנתונים רק לאחר הכנסת קוד סודי של המש־תמש, של מפיק הכרטיס או של שניהם ביחד.

3. אזור סודי מוחלט שממנו אפשר לקרוא את הנתונים רק ע״י הלוגיקה שבתוך המעגל האלקט־רוני, אבל לא ניתן להעבירו לגורמי חוץ, כגון: קוד סודי של המשתמש או של מוציא הכרטיס, מפתח סודי להצפנת הנתונים, וכו׳.

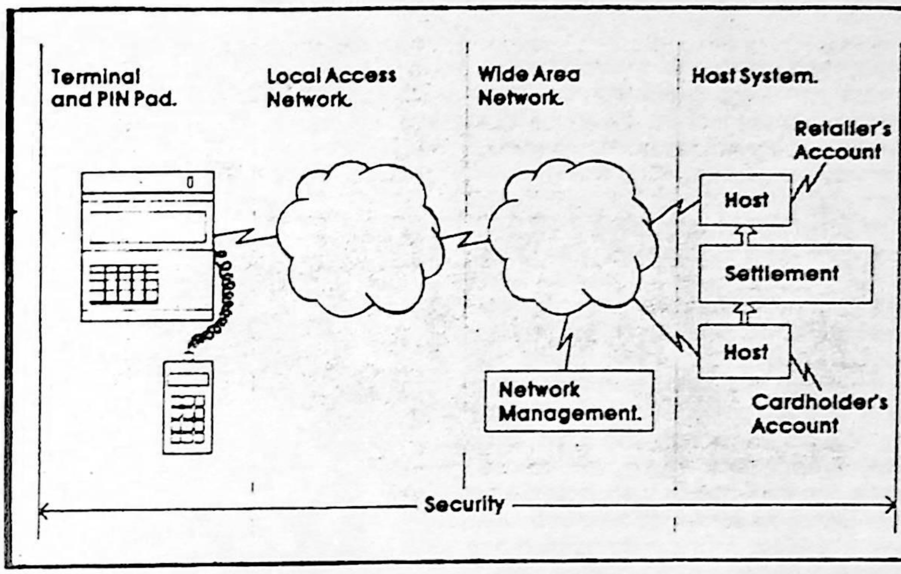
לכרטיס החכם יש גם אפשרויות אחרות: אינו מאפשר המשך פעולות אם הוזן מספר זיהוי או קוד סודי שגוי; מאפשר כתיבת נתונים נוספים, כגון על מצב בריאותו של האדם; יכול להיות כרטיס אשראי, אמצעי תשלום בטלפון ציבורי וכו׳.

בציור מס׳ 4 ו־5 ניתנים לדוגמא ׳כרטיס חכם׳ של חברה צרפתית INTELMATIQUE וכמה משימו־שיו. הכרטיס הוא משולב – גם שבב זעיר וגם פס־מגנטי – ואפשר לבצע באמצעותו תשלומים שונים. בצרפת, הרבה בנקים מעדיפים את השי־טה המשולבת וזה מאפשר העברה הדרגתית, קלה יחסית, לכרטיס חכם, בטכנולוגיה זולה.

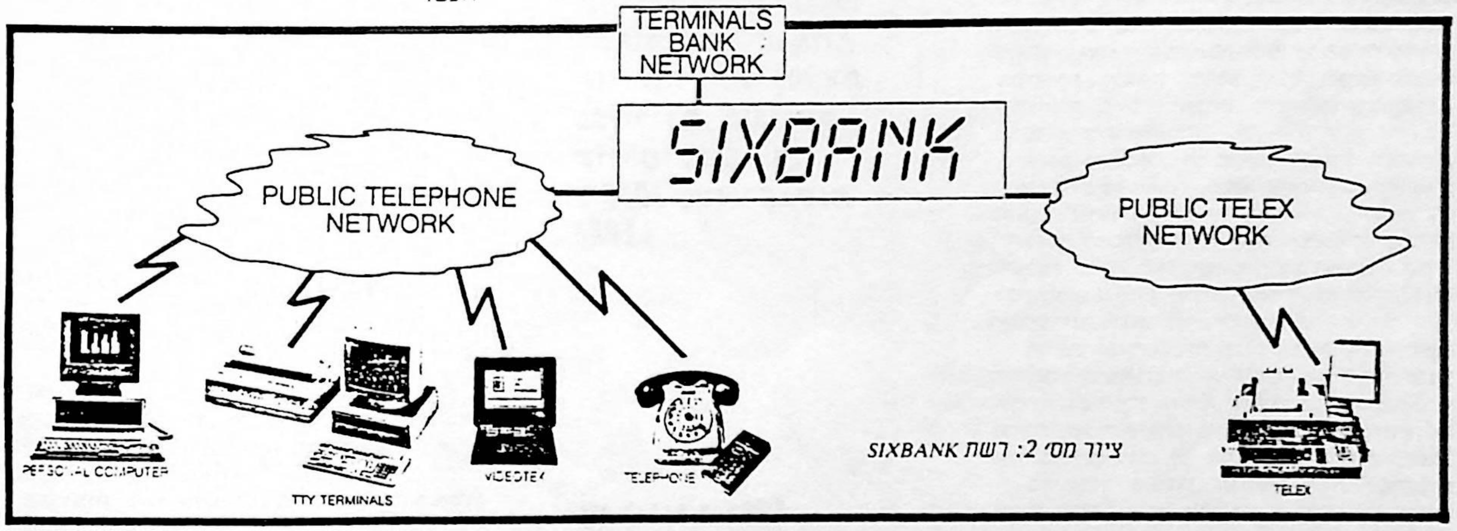
לאחרונה, התפתחו קוראים לכרטיס חכם, כמו של חברת ׳קונטראל׳ הצרפתי.

לכרטיס החכם, יש יתרון בטיחותי על־פני הכרטיס הרגיל (כמו כרטיס אשראי) מכיוון שהשימוש בו ע״י רמאים קשה יותר.

בצרפת, חוזים שהכרטיס החכם יהיה אחד ממרכיבי המפתח בהעברת תשלומים וכסף אלקטרוני, וגם אמצעי זיהוי בטוח לגישה למאג־רי מידע דו־כיוונים כמו וידיאוטקס או ערוצי טלוויזיה בתשלום. יתר על כן: תשלומים מרחוק הם כמעט בלתי אפשריים כמעט ללא כרטיס חכם.




*ציור מס׳ 1: תרשים עקרוני של רשת תשלומים אלקטרוני מנקודות מכירה*




*ציור מס׳ 2: רשת SIXBANK*

• פעולות קריאה וכתיבה מהזיכרון. הגישה לזיכרון יכולה להיות חופשית או מוגנת, במטרה לתת למעגל האלקטרוני קוד סודי, לדוגמא מספר זיהוי אישי.

• נתונים משטח מסויים של הזיכרון אינם ניתנים למחיקה או שינוי (נתונים קבועים). נתונים אחרים יכולים להתעדכן כתוצאה של פעולות חישוב ועיבודים, בתוך הכרטיס, בהשפעת הנת־ונים המוכנסים או הנקראים מהזיכרון. התכונה הזאת מאפשרת דו־שיח מורכב עם הסביבה, באמצעות מסוף, ומעניקה רמת ביטחון ע״י אי־שור מספר הזיהוי האישי, אישור הפעולה והצ־פנת הנתונים.

• הזיכרון של הכרטיס מחולק למספר אזורים, שלכל אחד מהם חוקי גישה ספציפיים. כמו־כן, אזורי הזיכרון שונים אחד מהשני מבחינת זמינות הכנסת הנתונים: בעת יצירתו, בעת כתיבת מספר

***בצרפת, פיתחו עבור ת״א ׳כרטיס חכם׳ הזהה בגודלו לכרטיס הפלסטיק עם הפס המגנטי (כגון כרטיס אשראי), אולם שונה ממנו בגודל הזיכרון האצור בכרטיס וביכולתו לעיבודים פנימיים הודות לשבב הכלול בכרטיס, שעוביו כעובי הכרטיס.***

בצרפת, ב־1981, במסגרת הניסוי שנערך ב־VELIZY (פרבר של פריס) בעת הפעלת הוידי־אוטקס הביתי, מ־2500 בתי־אב שהשתתפו בני־סיון כ־300 קיבלו קורא כרטיס חכם מחובר למסוף הוידיאוטקס שלהם. בתי־האב שנבחרו, היו מאלה שהיה להם חשבון בשני בנקים: בבנק גירו הלאומי ובבנק האזורי. באמצעות הכרטיס, משתתפי הניסוי יכלו לבצע:

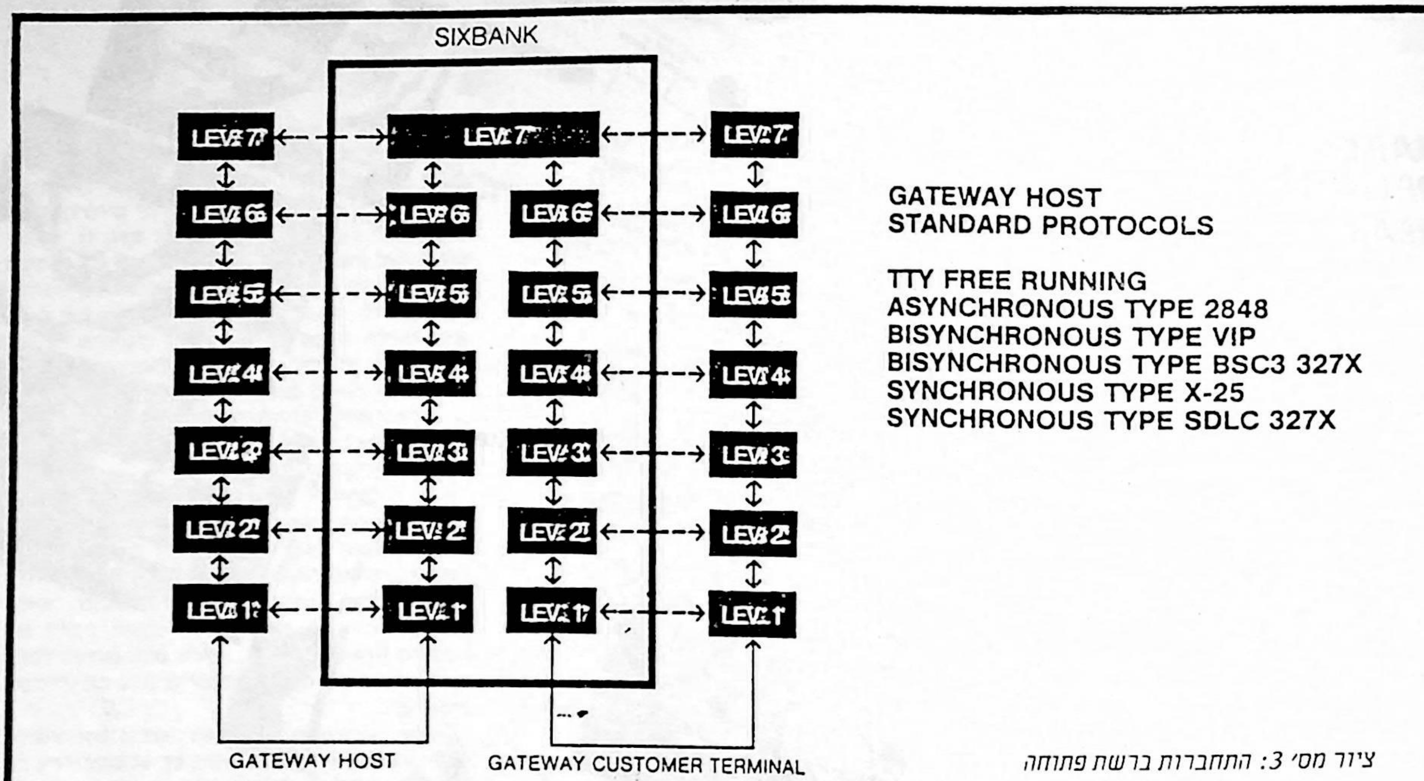
• קניות מהבית.
• הזמנות כרטיסי טיסה, מקום במלון, הצגות וכו׳.
• שירות וידיאוטקס.
• משחקים שונים וכו׳.

בדרך־כלל, הדו־שיח הוא בין כרטיס־החכם שבידי המשתמש ו׳כרטיס המסטר׳ הנמצא במרכז המיחשוב, בעזרת אלגוריתם לחישוב קודים סוד־יים, מפתחות הצפנה, הסרת ההצפנה וכו׳.

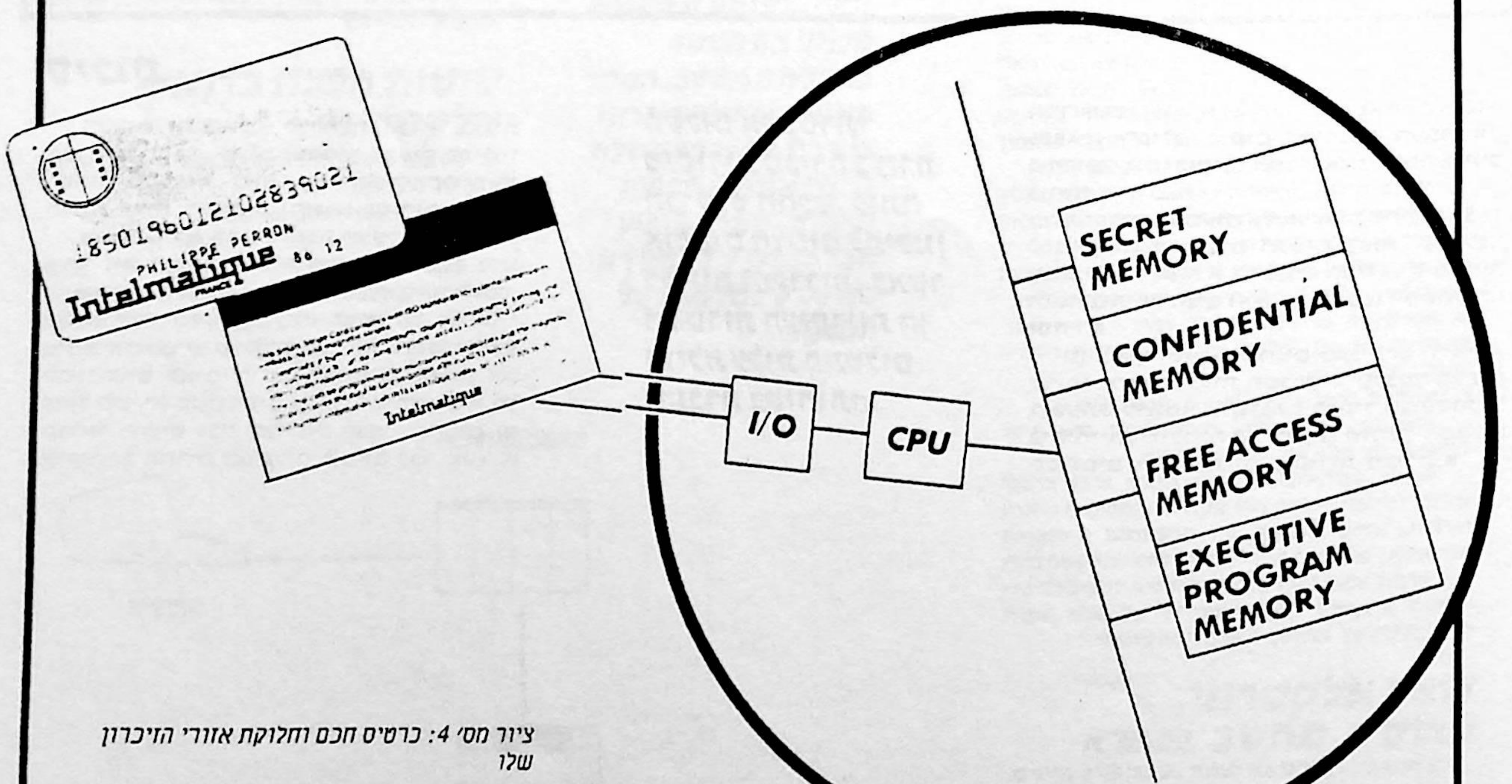
יש מחשבות ליצירת ׳חתימות אלקטרוניות׳ שיהיו משולבות עם מפתחות ציבוריים ועיבודים בעזרת הכרטיס החכם.

בתוך הטלקום הצרפתי, כל הפעולות הכרו־כות בנושא הכרטיס החכם נמצאות במסגרת DELEGATION CARTE A MEMOIRE. המטרה היא יצירת כרטיס חכם סטנדרטי לתשלומים אלקטרוניים בחנויות, טלפון ציבורי, בית וכו׳.

ב־1986, בצרפת הודיעו על פיתוח אלגוריתם ליצירת ׳ארנק אלקטרוני׳ לכסף, ע״י SEPT (SER-VICE D'ETUDE CMMUNE'S DES POSTES ET TELECOMMUNICATIONS) המבוסס על השבב שבכר־טיס החכם שבעזרתו אפשר לשלם במקום (אם יש כיסוי).




*ציור מס׳ 3: התחברות ברשת פתוחה*

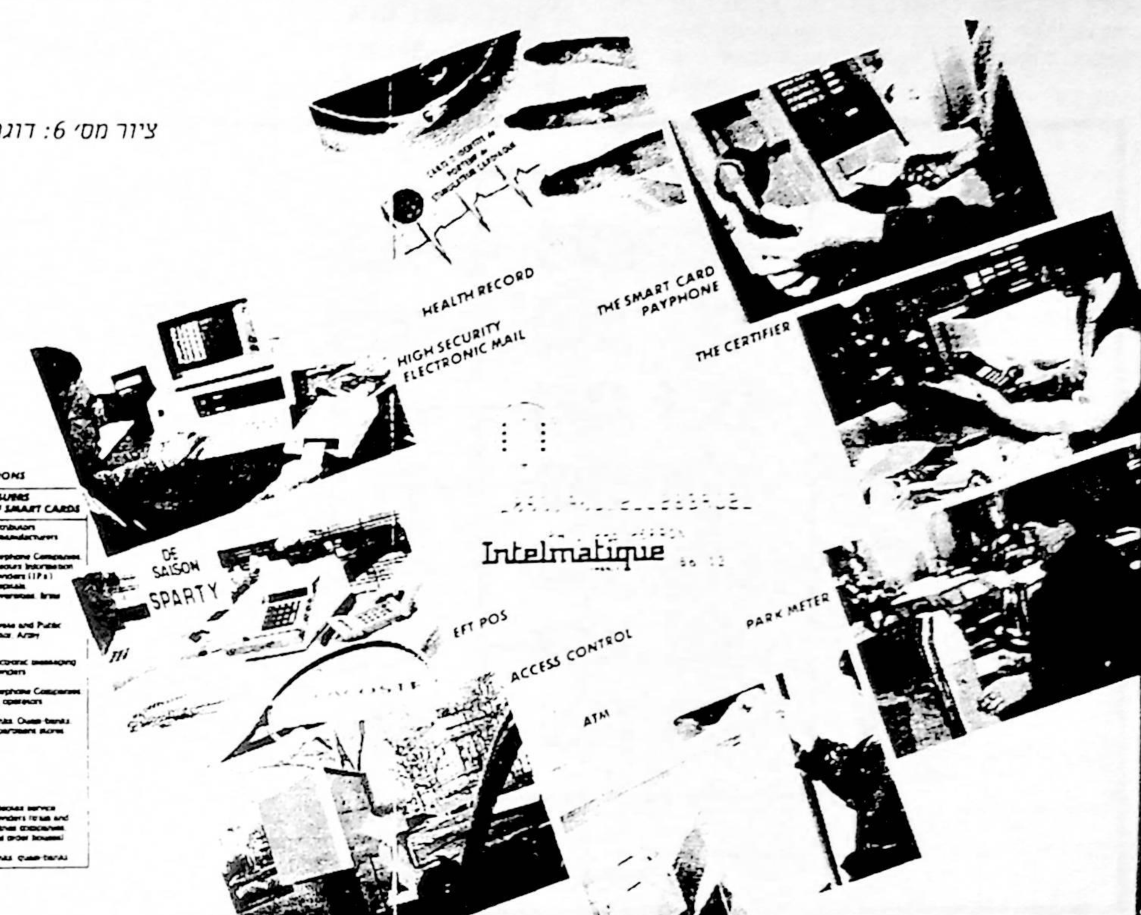



*ציור מס׳ 4: כרטיס חכם וחלוקת אזורי הזיכרון שלו*

ציור מס' 6: דוגמאות לשימוש בכרטיס חכם

**SMART CARD APPLICATION AREAS**

| | MEMORY | IDENTIFICATION | CALCULATION | SECRET CODE | ENCRYPTION | APPLICATIONS EXAMPLES | ISSUERS OF SMART CARDS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | **BASIC FUNCTIONS** | |
| MAINTENANCE CARD | ● | ● | | | | Maintenance records (cars, computers) | Distributors or manufacturers |
| PREPAID CARD | ● | | ● | | | Public payphones videotex services | Telephone Companies videotex Information Providers (IPs) |
| PORTABLE FILE CARD | ● | ● | ● | | | Medical individual file, student file, traveller card | Hospitals, universities, firms |
| ACCESS CONTROL CARD | | | | ● | ● | Data Processing centers, military warehouses | Private and Public sector, Army |
| • Restricted areas | ● | ● | ● | | | | |
| • Networks data banks | ● | ● | ● | ● | ● | Strategic electronic messaging | Electronic messaging providers |
| SUBSCRIBER CARD | ● | ● | ● | ● | | Public payphones pay TV | Telephone Companies TV operators |
| PAYMENT CARD | ● | ● | ● | ● | | Electronic checkbooks Point of Sales (POS) terminals, automatic cash dispensers, automatic teller machines (ATMs) | Banks, Quasi-banks department stores |
| TELEPAYMENT CARD | ● | ● | ● | ● | ● | Same as above plus • payment from a home videotex terminal or personal computer • telebanking (stock tele-ordering electronic fund transfer) | Videotex service providers (travel and airlines companies, mail order houses) Banks, quasi-banks |




Consumers give preference to multipurpose payment cards designed to be used not only for payment at POS terminals but also for telepayment and in paying time-dependent charges at public telephones, car-parks, etc.
Multipurpose payment cards to be used by French banks are in fact smart cards fitted with conventional magnetic stripes. Such hybrid cards thus make possible a smooth transition from magnetic-stripe to chip-card technology.

# סיכום

תשלום אלקטרוני מנקודות מכירה בעזרת הכרטיס החכם, פותח אופקים חדשים לתיכנון רשתות ומערכות, כאשר המטרות העיקריות הן הוזלת עלות התשלום והגברת בטיחותו.

מחיר קורא כרטיס חכם עצמי יכול להיות יותר זול מקורא כרטיס פס־מגנטי, ובכך ניתן לאזן את ההשקעה שבהפקת הכרטיס החכם, שהוא יקר יותר מהכרטיס הרגיל.

יצירת כרטיס חכם בהיקף גדול דורשת סטנדרטים לאומיים ובינלאומיים. אירגון ISO פועל ליצירת סטנדרטים גם עבור מימשק פיזי בין קוראי כרטיס ובין הכרטיס עצמו. קיימים גם אירגונים אחרים הפועלים בתחום כמו INTAMIC

***תשלום אלקטרוני מנקודות מכירה בעזרת הכרטיס החכם, פותח אופקים חדשים לתיכנון רשתות ומערכות, כאשר המטרות העיקריות הן הוזלת עלות התשלום והגברת בטיחותו.***

(INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR MICROCIRCUIT CARDS) הכולל בנקים מארצות המפותחות באירופה וגם בנקים אמריקאים, המתעניינים בנושא.

מחקרים מצביעים על אפשרות להנפיק 50 עד 100 מיליון כרטיסים חכמים בשנה, עוד לפני שנות 1990. רשתות להעברת המידע, סיפרתיות ומשולבות שירותים (I.S.D.N), יאפשרו גישה נוחה ומהירה.

גם בארץ ישנם פיתוחים מעניינים וביניהם. שרותי בנק באמצעות הטלפון – 'טלבנק' של בנק דיסקונט לדוגמא, ותוכניות לעתיד מבוססות על פיתוחי הטכנולוגיה של בנקים שונים, הכוללים תשלומים אלקטרוניים בנקודות מכירה ■

# דואר אלקטרוני

דואר אלקטרוני הינו שירות להעברת מידע באופן אלקטרוני מהשולח אל הנמען.

הגדרה רחבה זו כוללת הרבה סוגי שירותים: טלגרף, טלקס, טלטקס, פקסימיליה, CBMS (COMPU-TER BASED MESSAGING SERVICES), תקשורת בין מעבדי תמלילים, ועידות מחשבים ועוד. בטווח הארוך שירות דואר אלקטרוני צריך לאפשר למשתמש להעביר מידע באמצעות מכשירים שונים (פקסימיליה, מעבד תמלילים וכד׳) ובאופנים שונים – מלל, חזותי, דיבור, נתונים.

רשת ה–ISDN, או במהדורה היותר מתקדמת – IBSDN, מהווה רשת משולבת להעברה סיפרתית של שרותים משולבים. לתמונות סטטיות די ברשת ISDN בפס דק. עבור תמונות נעות יש צורך ב IBSDN בפס־רחב. במאמר להלן נסקור מספר פיתוחים של דואר אלקטרוני.

## סוגים שונים של דואר אלקטרוני

היישום הראשון של דואר אלקטרוני היה הטל־גרף, שהומצא בשנת 1837. בשני הצדדים של הקו ישבו מפעילים ידניים והקישו או פיענחו סימני מורס.

הטלטייפ (TTY) הוא פיתוח מתקדם יותר אשר איפשר הקשת הסימנים ע״י קלידים וגם יצר קשר פיזי ישיר בין השולח והמקבל ובכך פיקח גם על איתור הכתובת. המידע בטלטייפ מועבר בצורה סיפרתית. השימוש בסרטי נייר איפשר שידור וקליטה של מידע ללא נוכחות פיזית רצופה של מפעיל.

ב־1960 פותח הטלקס, המבוסס על מחשב, אשר מקבל מאחסן ושולח שדרים (STORE AND FORWARD). המסר מועבר לתחנת מימסר (RELAY CENTER) ומאר חסן שם עד שנוצרים התנאים למשלוח אל הנמען.

בשנת 1966 הופיעה הפקסימיליה. בתחילה נדרשה פעולה בו זמנית של השולח והמקבל. בהמשך גם הפקסימיליה עברה לשיטה של אחסן־ושלח.

הפקסימיליה מבוססת על העברת נקודות (PIXEL) בצפיפות של מספר עשרות לאינטש. המכשיר דוגם את המסמך בצפיפות נתונה ומחליט האם הנקודה בהירה או כהה. המידע הסיפרתי (1 או 0) מועבר באמצעות קוי טלפון. ישנן 3 שיטות עיקריות לפקסימיליה:

א. אנאלוגית. מהירות העברת עמוד – 4־6 דקות.
ב. אנאלוגית עם דחיסת נתונים. מהירות העברת עמוד – 2־3 דקות.
ג. טכניקות סיפרתיות – פחות מעמוד בדקה.

אחת הבעיות בשימוש בפקסימיליה היא חוסר התאמה בין ציוד של יצרנים שונים.

מעבדי תמלילים תופסים מקום נכבד בדואר אלקטרוני. בתחילתם היו מעבדי התמלילים תחנות נפרדות, אולם בהמשך, עם התפתחות התקשורת והרשתות, מעבדי התמלילים יכולים להתקשר בינם לבין עצמם בתוך רשת נתונה ולהעביר תמלילים. כדי ששיטה זו תהיה דואר אלקטרוני של ממש חסרה לה התכונה של אחסון ומשלוח אוטומטי.

## דואר אלקטרוני מבוסס מחשב (CBMS)

פיתוח של דאמ״מ בא לענות בעיקר על 2 עניינים:

א. הוזלת הוצאות התקשורת – ע״י העברה במהירויות גבוהות יותר.

> ***היישום הראשון של דואר אלקטרוני היה הטלגרף, שהומצא בשנת 1837. בשני הצדדים של הקו ישבו מפעילים ידניים והקישו או פיענחו סימני מורס. ב־1960 פותח הטלקס, המבוסס על מחשב, אשר מקבל מאחסן ושולח שדרים (STORE AND FORWARD). בשנת 1966 הופיעה הפקסימיליה. בתחילה נדרשה פעולה בו זמנית של השולח והמקבל. בהמשך גם הפקסימיליה עברה לשיטה של אחסן־ושלח. מערכות דאמ״מ פותחו לראשונה בתחילת שנות ה־70. בשיטה זו השולח מכניס את המסר באמצעות מחשב. המסר מאוחסן באופן סיפרתי בזיכרון המערכת ונשלח לנמען אחד או קבוצת נמענים. המסר מופיע אצל הנמען ע״ג המסך או מודפס ע״ג מדפסת של הנמען.***

ב. מתן שרותים מתוחכמים למשתמשים.

מערכות דאמ״מ פותחו לראשונה בתחילת שנות ה־70. בשיטה זו השולח מכניס את המסר באמצעות מחשב. המסר מאוחסן באופן סיפרתי בזיכרון המע־רכת ונשלח לנמען אחד או קבוצת נמענים. המסר מופיע אצל הנמען ע״ג המסך או מודפס ע״ג מדפסת של הנמען. בין השולח והנמען נמצא מחשב שמקבל את המסרים, מעבד אותם, ממיין אותם לפי הנמ־ענים ושולח אותם אליהם. ישנן מערכות דאמ״מ המאפשרות גם קשר בין מחשבים, כלומר קשר בין משתמשים שאינם מחוברים לאותו מחשב.

שרטוט מס׳ 1 מראה תצורה של דאמ״מ המבוסס על מחשב אחד. שרטוט 2 מראה תצורה של דאמ״מ המבוסס על מספר מחשבים.

גם במקרה של מחשב אחד, וודאי במקרה של מספר מחשבים, התוכנה היא מרכיב המפתח בדא־מ״מ. התוכנה אחראית לתפקידים כגון עיבוד התמליל,רשימת תפוצה, אישור קבלת המסר, זיהוי לצורך תשלום, איחסון ואיחזורמסמכים, תיבת דואר (שהמשתמש יכול לפנות ולקחת ממנה את המסרים שהצטברועבורו), יצירת מסר מודפס למש־לוח בדואר (לאלו שאינם מחוברים למערכת ע״ימסר פים) ועוד.

אחת התכונות החשובות של דאמ״מ הוא היכולת ליצור רמות שונות של בטיחות כך שהמסר יגיע רק לנמענים המורשים לכך.

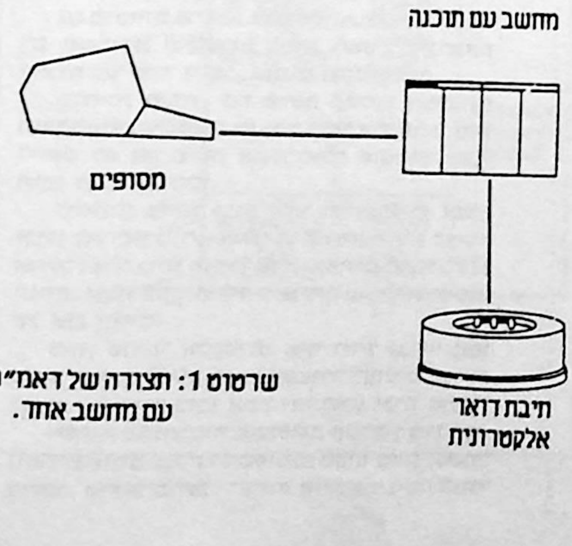
תכונה חשובה אחרת היא היכולת לקבל ולשדר אל מסופים של יצרנים שונים. מערכות מתקדמות יותר מאפשרות יצירת מעטפות אלקטרוניות אשר אליהן מוכנס מידע בצורה כלשהיא – מלל, נתונים, תמונות דיבור וכו׳.

## שיטות הפצה בדואר אלקטרוני

קיימות שתי שיטות חשובות במה שנוגע להתקש־רות אל דואר אלקטרוני:

א. שיתוף זמנים (TIME SHARING)
ב. מחשב אצל המשתמש (IN-HOUSE)

בשיטת שיתוף זמנים המשתמש קונה מספק השירות תיבת דואר ושירות ד״א ובעזרת מסוף מתחבר למחשב השרות. התשלום מתבצע על־פי כמות המס־רים ואורכם המועברים לד״א או מגיעים לתיבת הדואר שלו.




שרטוט 1: תצורה של דאמ״מ עם מחשב אחד.

בשיטה השניה למשתמש יש מחשב ואז יש צורך, נוסף לקו תקשורת, בזכרון עבור תיבת דואר ובתוכנה לתקשורת בין מחשבים.

מערכות ד״א עפ״י השיטה הראשונה מוצעות לשיווק ע״י חברות כמו GENERAL ELECTRIC, DIALCOM, COMPUSERVE, INFORMATION SERVICE CO., GTE TELE-NET, MCI ועוד.

מערכות עפ״י השיטה השניה מוצעות ע״י DATA GENERAL, WANG, IBM, DIGITAL, HEWLETT PACKARD ועוד.

קימות עוד שיטות של דאמ״מ כגון ועידת מחש־בים. בשיטה זו מספר מחשבים יכולים להעביר מספר מסרים בעת ובעונה אחת, כאילו הם נמצאים בוועידה או מיפגש.

צורה אחת של דואר אלקטרוני הינה E-COM (ELECTRONIC COMPUTER-ORIGINATED MAIL), הניתנת ע״י שרותי הדואר של ארה״ב. בשירות זה משתמשים בסרטים מגנטיים המובאים ע״י הלקוח לסניף דואר. הסרטים נקראים ע״י המחשב בסניף ומועברים אלקטרונית באמצעות שרות E-COM לסניפי דואר אחרים בארה״ב. בסניף המקבל המסרים מודפ־סים ע״ג מדפסות והחלוקה נעשית בשיטה הדוארית הרגילה. השיטה חוסכת את משך הזמן להעברת דואר בין נקודות מרוחקות.

## תמסורת ורשת לדאר אלקטרוני

כל טכנולוגיה של ד״א מבוססת על מסוף קלט/פלט ותקשורת. המסופים יכולים להתחבר לרשת באמצעות רשתות תקשורת מקומיות. הדואר האלקטרוני יכול להיות אלקטרוני כולו, או חלקו אלקטרוני וחלקו באמצעות דואר רגיל (כמו E-COM). מבחינת תמסורת ורשתות אפשר להבחין ב־3 סוגי אמצעים:

1. רשת הטלפון הציבורית, או קוי טלפון פרטיים.
2. רשתות נתונים מיוחדות הכוללות אחסן־ושלח.
3. רשתות רחבות סרט.

למעשה לא מעניין את המשתמש בדואר אלקט־רוני על איזה סוג רשת השירות פועל ומה מהירות העברת החומר, כל זמן שהשירות אמין, מהיר, בטוח ונוח לשימוש ובמחיר סביר. זה בשוני מתקשורת נתונים אינטראקטיבית בין מחשבים, שם יש חשיבות רבה למהירות העברת הנתונים ומהירות התגובה.

התכונה העיקרית של מערכת ד״א היא אחסן ושלח. תכונה זו משחררת מהצורך בקשר ישיר בין שתי נקודות קצה השולחות מסרים אחת לשניה. תכונת אחסן־ושלח יכולה להיות מנוהלת במקום כלשהו בין השולח למקבלה: ציוד הקצה של השולח, מרכזיה פרטית אוטומטית, מתג מרכזי, או מקום אחר כלשהו ברשת.

השימוש ברשתות רחבות־סרט הולך ומתרחב עקב השימוש בלוויני תקשורת עסקיים. כחלופה ללויינים מתפשט השימוש בסיבים אופטיים גם בתקשורת בין־לאומית וגם פנים־ארצית. עבור מרחקים קטנים תקשורת רדיו סיפרתית מהווה פיתרון יעיל מאוד ואפשר לשלבה ישירות עם תקשורת לווינית.

גם מרכזיות פרטיות אוטומטיות ורשתות תקשרת מקומיות מאפשרות בניית רשתות סיפרתיות רחבות־פס עבור דיבור, נתונים ופקסימיליה.

מבחינת מיתוג, כדי שרשת הטלפון הציבורית תוכל להיות שימושית גם עבור דואר אלקטרוני צריך ליישם בה את שיטת אחסן־ושלח שתאפשר ניצול הזמן הפנוי על הקו.

לרשתות מיתוג מנות (כמו ישראנת) יש אמנם זכרון לאחסון מידע, אולם הן לא מתאימות לשיטת אחסן־ושלח כיוון שאורך שדה הנתונים מוגבל ל־128 תווים. (עבור פקסימיליה סיפרתית מומלץ אורך מנה של 256 תווים).

כיוון שדואר אלקטרוני אינו דורש עבודה בזמן אמת, צריכה להיות ברשת אפשרות למתן קדימויות למנות העובדות בזמן אמת וזה דורש זכרון מוגדל.

רשתות מתוחכמות מאפשרות קשר בין ציוד קצה מסוגים שונים ושל יצרנים שונים: מסוף־מסוף, מסוף־מחשב, מחשב־מחשב. רשתות שיאפשרו גישה לציוד קצה מגוון הקשר לשירותים שונים כגון דאר אלקט־רוני, העברת כספים אלקטרונית, נקודות מכירה וכד׳ – רשתות אלו יהיו כדאיות יותר מבחינה כלכלית.

***אחת התכונות החשובות של דאמ״מ הוא היכולת ליצור רמות שונות של בטיחות כך שהמסר יגיע רק לנמענים המורשים לכך. תכונה חשובה אחרת היא היכולת לקבל ולשדר אל מסופים של יצרנים שונים. מערכות מתקדמות יותר מאפשרות יצירת מעטפות אלקטרוניות אשר אליהן מוכנס מידע בצורה כלשהיא – מלל, נתונים, תמונות דיבור וכו׳. התכונה העיקרית של מערכת ד״א היא אחסן־ושלח. תכונה זו משחררת מהצורך בקשר ישיר בין שתי נקודות קצה השולחות מסרים אחת לשניה.***

## תקינה בדואר אלקטרוני

כדי להבטיח תאימות בין שירותים שונים להע־ברת נתונים (טקסטים ותמונות) יש צורך בתקנים אחידים.

בטלטקס ובפקסימיליה למסמך הנקלט יש אותה צורה כמו למסמך הנשלח.

ב־CBMS בדרך כלל המסר נכנס לזכרון בתא הדואר שבמחשב. הנמען יכול להוציאו משם ע״ג צג או תדפיס. התוכן של המסר המוצג זהה לתוכן המשודר, אולם לא הצורה. כדי להבטיח אחידות גם בצורה יש צורך באמצעים נוספים.

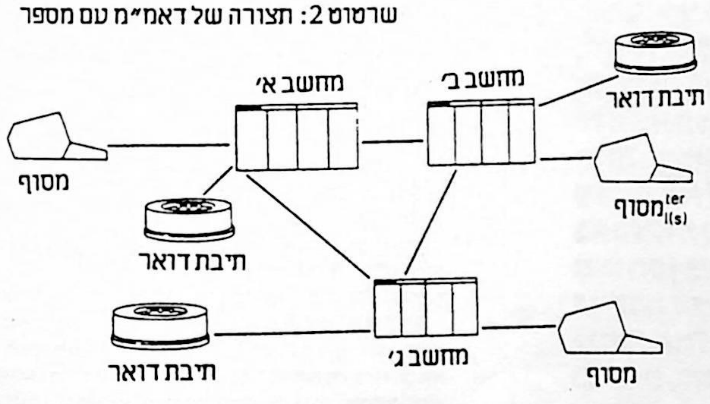
לדואר אלקטרוני יש אותן תכונות כמו לטלקס ולפקסימיליה מבחינת זו שגם הוא DOCUMENT ORIE-NTED, בהבדל מ־ELECTRONIC MESSAGING שהוא MES-SAGE ORIENTED.

הארגון הב״ל לטלפון ולטלגרף CCITT הוציא המל־צות בסדרת X.400 ב־1984 עבור MHS (MESSAGE HAND-LING SYSTEM), כדי ליצור התאמה בין השרותים האלו. יותר מזה: ההמלצה מאפשרת גם העברה משולבת של טקסט ותמונות. פקסימיליה קבוצה 4, סיפרתית, המועברת דרך רשת נתונים תוכל גם היא, כמו הדואר האלקטרוני או הטלטקס, להשתמש ברמה 4 של מודל OSI.

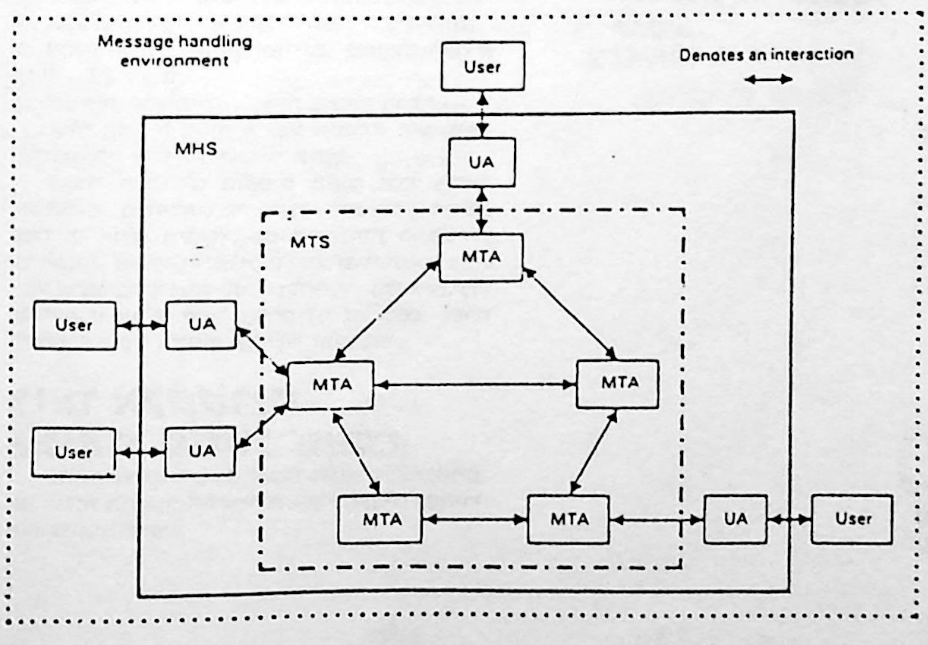
המודל MHS מגדיר את מיבנה התקשורת בין המרכיבים של המודל. מכאן נובעות ההמלצות על הפרוטוקולים והקשר בין הפרוטוקולים והשירותים.

בציור מס׳ 3 ניתן מראה כללי של מודל MHS ובו

שרטוט 2: תצורה של דאמ״מ עם מספר




שרטוט 3: מראה תיפקודי של מודל MHS.



מוגדר כמשתמש מחשב או בן־אדם אשר יכול להיות השולח או המקבל. MHS מגדיר את צורת המסרים בעזרת UA (USER AGENT) שמתחבר באופן דו־כיווני עם MTS (MESSAGE TRANSFER SYSTEM).

המבנה הבסיסי של המסרים מתואר בציור מס׳ 4.

ב־1985 הופיע המדריך של CCITT להפעלת X.400. התקן מגדיר את הפרוטוקולים ואיפיונים טכניים אחרים להתחברות מערכות מבוססות מחשבים לטי־פול במסרים (CBMS) וכתוצאה מהתחברות כזו נוצרת סביבת תקשורת מסרים X.400 (MESSAGE COMMUNICA- TION ENVIRONMENT). מתייחס לשכבה הראשונה של מודל OSI הנוגעת ליצרנים ולמשתמשים.

X.400 מורכב משתי רמות שירות:

1. רמת שירות בסיסי – (MESSAGE TRANSFER SYSTEM) MTS המטפלת בשרותי מעטפה (ENVELOPE) של כתובות ומסירה.

2. INTER PERSONAL MESSAGING SYSTEM – IPMS הנמצא מתחת ל־MTS ומהווה שרות מבוסס זכרון.

שני מרכיבי מפתח של MTS הם:

א. MESSAGE TRANSFER AGENT - MTA.

ב. USER AGENT - UA.

(ראה ציור 5)

ה־IPMS נראה לעיין רק באמצעות UA בשידור וקליטה.

ב MTS קיימים פרוטוקולי תקשורת שונים:

בין UA ל־MTA: פרוטוקול תקשורת P3

בין MTA ל־MTA: פרוטוקול P1

בין UA ל־UA עיבוד IPMS.

עדיין לא קיים פרוטוקול תסשורת בהמלצת X.400 למימשק בין המשתמש ו־UA – לא למסירה ולא לקליטה.

את המסרים ניתן לאחסן על דיסק בדרך שבין ה־UA ל־MTA ולפני המסירה לרשת. בשיטה זו אפשר לאחסן ולעבד את המסר בזכרון מקומי במקום מרכזי. ברגע שמתפנה קו, המסר נשלף מהדיסק ומשודר לנמען. כל מה שצריך זה שהמסר יהיה מקודד לפי הצורך לפני מסירתו ברשת X.25 עבור הרשת X.400.

את X.400 אפשר להתקין גם על מיני או מיקרו מחשבים או על תחנות עבודה המבוססות על הרמות הנמוכות של מודל OSI.

בעזרת צירוף של MTA בצומת המנות מבטיחים את התפקידים של X.400. כשיש צורך בזמן תגובה מהיר, והזיכרון של תחנת העבודה הוא פחותמ־500 אסל״ש, התחנה יכולה לתמוך רק במימשק של מישתמש יחיד, ביחד עם UA/MTA FILE SERVER, לקידוד.

נראה, שהפיתוח בשימוש של X.400 יהיה יותר בסביבת רשת ארוכת טווח(WIDE AREA NETWORK) המשתמשת ב־X.25 שיש להם מגשרים לרשתות אחרות ושירותים אחרים.

בגלל המגמה הבינלאומית לפיתוח רשתות סיפרתיות לשירותים משולבים (ISDN) בהתאם למודל ISO-OSI (מערכות פתוחות), קיימות עבודות הכנהב־ ISO עבור MOTIS (MESSAGE ORIENTED TEXT INTER- CHANGE SYSTEM)לקראת שנת 1988. התקן MOTIS יהיה קובץ־על של תקן X.400(SUPERSET) עבור מסרים בסביבה רבת יצרנים.

בוועידת ה־CCITT ב־1988, יוכנסו שינויים גם בתקן X.400 בהתבסס על ניסיון שהצטבר בארבע השנים האחרונות, ותעשה התאמה עם MOTIS.

שני התקנים, X.400 ו־MOTIS, מהווים מתכונים חשובים גם לגופים אחרים העוסקים בתקינה: NBS, NTT (JAPAN), CEPT (CONFERENCE OF POST AND TELECOM.) ו־CEN/CENELEC שבאירופה.

החשיבות לביסוס תקנים אלה ע״י גופי התקינה CCITT ו־ISO, היא בעיקר בהתקשרות בין שירותים שונים השייכים לרשתות ציבוריות, או בין רשתות פרטיות, או בין רשתות פרטיות וציבוריות, או בתוך אירגון יחיד בסביבה רבת־יצרנים.

## מספר התפתחויות בעולם

קשר בין מכשירים מבוסס על התקן X.400 קיבל תנופה בזמן אחרון. בתערוכת CEBIT (מרץ 1987, הנובר) 14 ארצות הציגו יישומים על התקן OSI-X.400, ביניהן: שירות הדאר המערב גרמני, טלקום (אנגליה), דטה ג׳נרל, אוליבטי, סימנס, פיליפס, ועוד.

יש אומרים שהתקן X.400 יכול להיות בסיס לדואר אלקטרוני אוניברסלי, המאפשר שינוי מיבנה התשדו־רות בהתאם למסופים השייכים ליצרנים שונים.

הדואר האלקטרוני, מהווה אחד מהשירותים ׳בעלי ערך־מוסף׳(VALUE ADDED SERVICES) המתווסף לשירותים הבסיסיים של רשת התקשורת,ויכול לשנות את הצורה והזמן של קבלת המסר, לעומת שידור ישיר.

בין הארצות המובילות בד״א:

בארה״ב: חב׳ DIALCOM ו־GTE-TELENET

ביפן: KDD (THE KOKUSAI DENSHIN DENWA CO.) ו־NTT. ההתפתחות הגדולה של ד״א ביפן נובעת מבעיות הקשורות לכתב המיוחד שלהם, שקשה להעבירו אלקטרונית בקוד ASCII.

באנגליה: מצפים בשנה זו לכניסתה של BT-MHS, שירות מבוסס על מערכת DIALCOM.

בצרפת: מתוכננת ב־1987 הכנסת ד״א ATLAS 400, מבוסס על חומרת ALCATET.

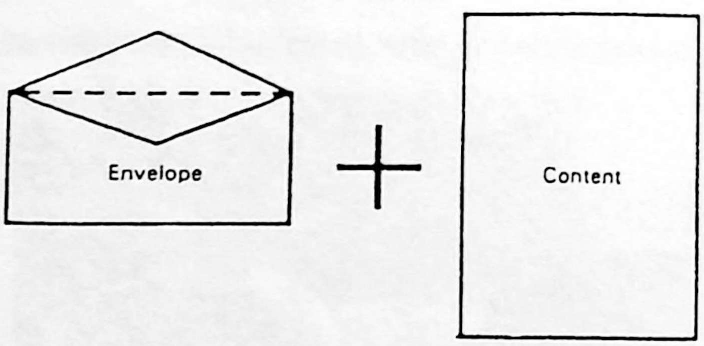
בשוויץ: יש מספר פרוייקטים מבוססים X.400 והראשון מתוכנן להתבצע ב־1988.

בשוודיה וארצות שונות באירופה, מתכננים כניסה בד״א, מבוסס על DIALCOM או GTE-TELENET.

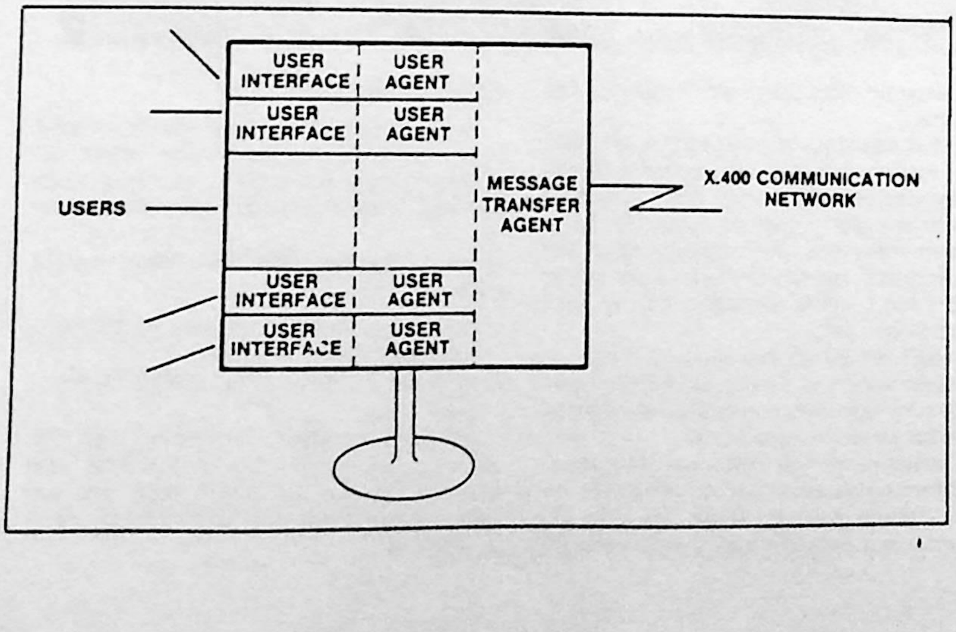
במה שנוגע לחומרה הנחוצה לתקן X.400, יש מספר חברות הפועלות בתחום,כגון: WANG- ,ICL ,DIGITAL OLIVETTI ,SIEMENS ,AT&T ,NORTHERNDATA GENERAL TELECOMMUNICATION. גם יבמ בזמן האחרון עשתה צעדים כדי להתקשר למערכת הפתוחה ISO-OSI: למרות זאת, יבמ טרם הודיע על כוונותיה לפתח X.400. חברות אחרות פיתחו X.400 עבור סביבת יבמ.

**בוועידת ה־CCITT ב־1988, יוכנסו שינויים גם בתקן X.400 בהתבסס על ניסיון שהצטבר בארבע השנים האחרונות, ותעשה התאמה עם MOTIS. קשר בין מכשירים מבוסס על התקן X.400 קיבל תנופה בזמן אחרון. בתערוכת CEBIT (מרץ 1987, הנובר) 14 ארצות הציגו יישומים על התקן OSI-X.400, ביניהן: שירות הדאר המערב גרמני, טלקום (אנגליה), דטה ג׳נרל, אוליבטי, סימנס, פיליפס, ועוד.**

שרטוט 4: מבנה בסיסי של מסר.




שרטוט 5: מרכיבים עיקריים של מערכת MTS (MESSAGE TRANSFER SYSTEM).



## התפתחויות בארץ

גם בארץ יש פיתוחים לדואר אלקטרוני. לחב׳ ׳עורק – רשת הזהב׳ המובילה בתחום זה, יש מחשב מרכזי ובו מקבל הלקוח תיבת דואר אלקטרונית אליה יכול רק הוא (או מורשים מטעמו) להיכנס ובאמצעותה ליצור קשר מכל מקום לכל מקום בארץ ובעולם. המערכות הממוחשבות של החברה קשורות לרשת דואר־אלקטרוני בינלאומית, המופעלת במקומות שונים ברחבי העולם, אליה ניתן להתקשר מעשרות ארצות באמצעות רשתות תקשורת בינלאומיות להעברת נתונים. התקשרות הלקוח הישראלי אל ׳רשת הזהב׳ נעשית על־ידי חיבור המסוף הסטנדרטי שברשותו (מחשב אישי, מעבד תמלילים, מסופים למיניהם) באמצעות שיחה מקומית בקו טלפון רגיל אל מרכז המחשבים של החברה, שם נשמר למשתמש ׳שטח עבודה׳ שהוא למעשה ׳תיבת הדואר האלקטרונית׳ העומדת לרשותו. מכאן יכול המנוי לקבל ולהעביר כל מידע ואפשר להפיץ את המידע בו־זמנית לרשימת תפוצה של עד 500 נמענים. אפשר גם לתייק כל מיסמך יוצא או נכנס, בשטח העבודה הפרטי.

כמו־כן, תיבת הדואר האלקטרונית משחררת את המשתמש מתלות פיזית במקום העבודה. הוא יכול לשלוח ולקבל הודעות מכל מקום ולכל מקום בארץ ובעולם שבו יש קו טלפון.

שירות נוסף היא האפשרות שלקוח ישלח טלקס לכל מנוי טלקס, אף אם אינם מנויים במערכת דואר אלקטרוני, ובזה לקצר תהליך משלוח הטלקס. יישום נוסף הינו יצירת קבוצת משתמשים ׳סגורה׳ בחברה. בשיטה זו מעבירים מידע בדואר פנימי בין מחלקות שונות בחברה אחת, תוך שימוש בתיבות הקיימות. באופן כזה ניתן, למשל, להחליף את יומן הפגישות הרגיל ביומן פגישות ממוחשב, שיופיע בתיבת הדואר האלקטרונית.

יישום אחר של דואר־אלקטרוני הינו השירות הניתן ע״י ׳לשכת העיתונותהממשלתית׳ לכתבי חוץ ופנים בישראל (מתחילת 1986).

עם הפעלת שירותים אלה, הכתבים יכולים לקבל את הודעות לשכת העתונות הממשלתית בעזרת מסוף בבית או במשרד, באמצעות אחד משני השירותים (או שניהם) לפי בחירתו של הכתב:

1. דואר אלקטרוני – דרך חברת ׳עורק רשת זהב׳.
2. מאגר וידיאוטקס – דרך חברת ׳אלנט׳.

(לאחר הפעלת השירות, חב׳ ׳אלנט׳ נירכשה ע״י חב׳ ׳עורק רשת הזהב׳).

ההודעות המתפרסמות דרך לשכת העתונות זמינות לרשות הכתבים דרך כל אחת משתי החברות הנ״ל.

הציוד הדרוש לשם קבלת הודעות דרך השירות החדש כולל:

- מסוף (מחשב או מעבד תמלילים כולל מודם לתקשורת).
- קו טלפון.

כמובן צריך שהעיתונאי יהיה מנוי של החברה (התשלום רק עבור שימוש שוטף, בלי תשלום עבור היותו מנוי).

## מבט לעתיד

בהתפתחות ד״א בארץ משתתפים מספר גורמים: חברות פרטיות, כגון ׳עורק רשת הזהב׳; חברות ממשלתיות, כגון חב׳ ׳בזק׳ שבידיה ׳מונופול טבעי׳ על הרשת; ׳רשות הדואר׳ שבבעלותה רשיון לתת שרות ד״א לציבור הרחב, ועוד.

קשה להעריך אם יווצר מונופול, דואופול (DUO-POLY), שיתוף פעולה עסקי (JOINT-VENTURE), או שהתחרות החופשית תנצח. מכל מקום יש עתיד לדואר־האלקטרוני גם בארץ, עקב התפתחות הטכנולוגיה, מדיניות משרד התקשורת ועליית הבקוש בסביבה טכנולוגית מיתקדמת.

כמו במדינות אחרות, גם בארץ, יש צורך בהחלטה מוקדמת לשיטת חלוקת הנטל בין המרכיבים השונים של המערכת: אמצעי תמסורת, ציוד קצה, שירותים משולבים, תקינה, וכו׳; כל זאת כדי להבטיח שירות יעיל וכדאיות גם למישתמש וגם למתן השירות ■

# מפגשים אלקטרוניים: ועידת וידאו (VIDEOCONFERENCE)

## החלק האנושי של המשרד הממוחשב: ועידת וידאו קשר אלקטרוני פנים־אל־פנים

ועידות־וידאו שייכות למושג הכללי של ועידות־רחק (TELECONFERENCE), והן כוללות ועידות־שמע, ועידות־מחשבים וועידות־וידאו.

המושג אינו חדש, אבל בזמן האחרון, תודות להתפתחויות טכנולוגיות וחברתיות־כלכליות, ועידות־וידאו קיבלו תנופה, והן תחליף לנסיעות ולפגישות עבודה.

תשומת לב רבה יותר הופנתה לשיטת ועידות־הווידאו בעקבות עליית מחירי הדלק והנסיעות, הקצאת הזמן הנחוץ לנסיעות, וכן כדי להגדיל את פריון העבודה של אנשי ׳הצווארון הלבן׳ (מחקרים מראים שכ־47% מזמנם מבזבזים מנהלים על פגישות וישיבות עבודה), ולחסוך בהוצאות הקשורות לנסיעות (מלון, ארוחות וכו׳).

במאמר מוצגות כמה מהבעיות הטכניות ופתרונן לשימוש בוועידות־וידאו, ומספר דוגמאות למערכות הקיימות בעולם.

## ועידת־וידאו – הגדרת המושג

מאפיין מיוחד של ועידת־וידאו היה המצלמה.

**אפשר להבחין בשיטות תמסורת בשני מצבים:**

ועידת־וידאו נקודה לרב־נקודות חד־כיווני

ועידת־וידאו נקודה לנקודה דו־כיווני ואינטראקטי־בי

בשיטה הראשונה ניתן להפיץ מידע ממקור אחד למספר רב של משתמשים; בדרך־כלל לווין התקשורת הוא המדיה המתאימה.

בתחילה השתמשו בוועידות־וידאו בתכניות חד־פעמיות ובאירועים מיוחדים, והאנטנות היו ממוקמות באולפני טלוויזיה או במקומות ציבוריים (כמו בתי־מלון), והרשתות היו זמניות.

בשלב מאוחר יותר, עם הופעתן של אנטנות קטנות לקליטה בלבד, בטכנולוגיות של KU פס במחיר נמוך, התפתחו רשתות ׳פרטיות׳ או ׳מיוחדות׳ קבועות.

רק בשנה האחרונה הופיעה ועידת־וידאו דו־כיוונית, והיא מוכרת בשם **טלוויזיה עסקית** (בדומה לטלוויזיה לימודית, טלוויזיה מסחרית וכו׳); זו מכילה גם רשתות זמניות, וגם רשתות קבועות.

הטלוויזיה היא דו־כיוונית, נקודה לנקודה, ומאפשרת מפגשים בין קבוצות קטנות של משתתפים, הנמצאים בשני מקומות מרוחקים, ואפילו יותר. התמונות יכולות להיות נעות או עומדות, שחור־לבן או צבעוניות; התמסורת יכולה להיות אנלוגית או ספרתית, באמצעות לוויני תקשורת או באמצעים קרקעיים, בערוצים פס־דק או פס־רחב.

הווידאו הלא־נע (STILL VIDEO ,SLOW SCAN) משמש בעיקר בחדרי ועידה, ומשולב במחשבים אישיים וציוד שולחן.

עבור תמונות בשחור־לבן משתמשים בקווי טלפון רגילים, עם תמסורת אנלוגית; עבור תמונות צבעוניות צריך ציוד מתוחכם יותר, ותמסורת ספרתית בערוצים בעלי 56 אב״ש או 64 אב״ש.



בתמונות הנעות (MOTION VIDEO) מבחינים בשני מצבים:

**וידאו נע מלא** (FULL-MOTION VIDEO) עבור שידור מעולה, המשתמש בכל רוחב הפס של הערוץ האנלוגי;

**וידאו כמעט נע** (NEAR MOTION) שיכול לכלול וידאו ספרתי ב־45 מסל״ש או 90 מסל״ש (מסל״ש – מליוני סיביות לשניה MB/S) – שווה ערך לערוץ אנלוגי עבור וידאו נע מלא, אבל לא עבור תמונות דחוסות ספרתיות ב־1.544 מסל״ש (בארצות־הברית), או 2.048 מסל״ש (באירופה).

בטכניקת ועידת־וידאו מעדיפים דווקא את הדחיסה הדיגיטלית של התמונות במהירות המוזכרת לעיל, עבור תמונות נעות מלא, שמספקות את צרכיהם של אנשי עסקים בפגישות.

איכות ועידת־וידאו היום כמעט שווה לשידורי טלוויזיה (BROADCASTING TV), הודות לטכניקה חדישה – דחיסה סיפרתית. ההבדל העיקרי בין שתי השיטות היא שוועידות־וידאו הן אינטראקטיביות.

## היבטים טכניים

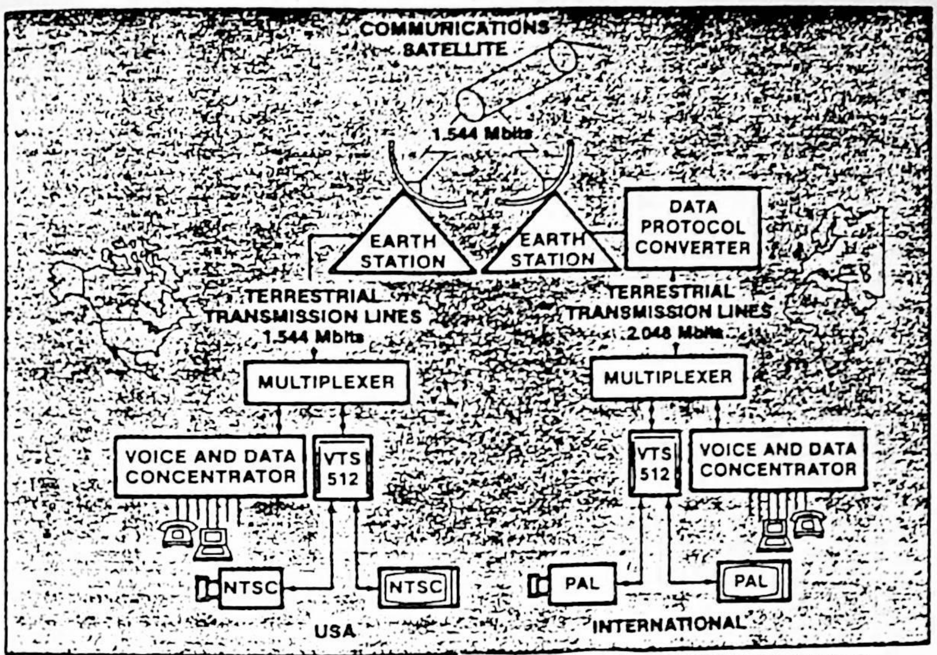
ככל שהשימוש בוועידת־וידאו מתרחב, יש צורך לקשר בין ארצות שהטלוויזיה שלהן עובדת לפי סטנדרטים שונים: PAL ו־SECAM (באירופה), ו־NISC (בארה״ב), או לפי היררכיה שונה של מערכות ספרתיות.

**בדרך־כלל המכשירים מתחלקים לשתי קבוצות עיקריות:**

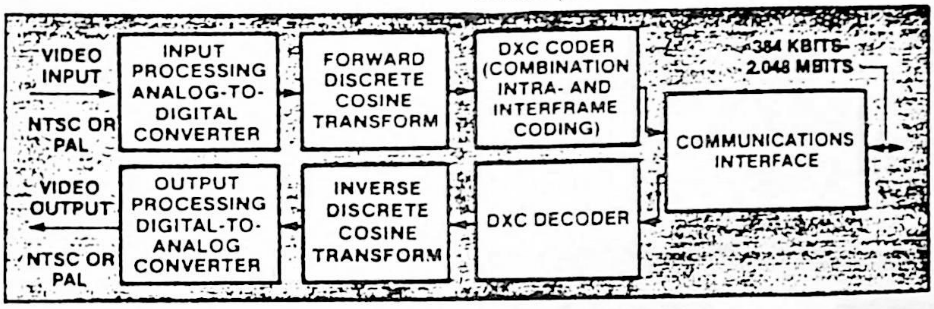
א. 625 שורות במסגרת ו־25 מסגרות לשנייה – באירופה ובאסיה.

ב. 525 שורות במסגרת ו־30 מסגרות לשנייה – בארה״ב ויפן.

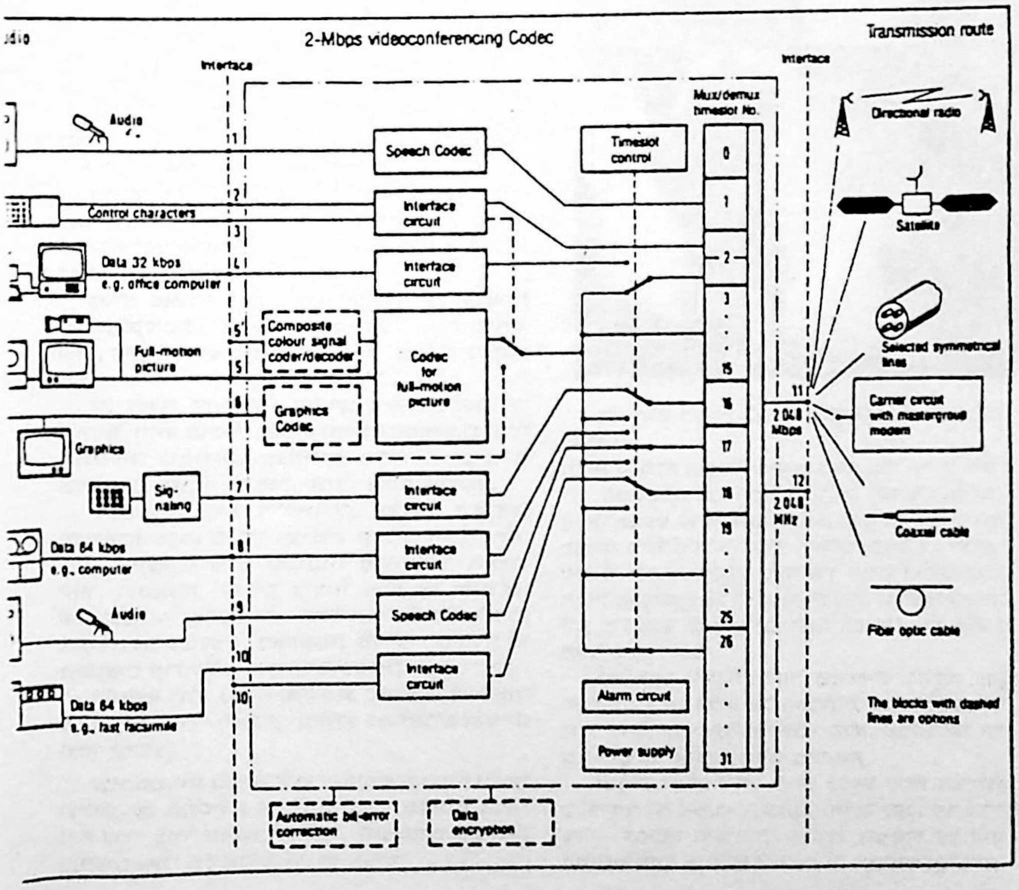
ההיררכיה של תקשורת ספרתית שונה גם היא: באירופה השלב הראשון הוא 2.048 מסל״ש, בזמן שבארה״ב ויפן הוא 1.5 מסל״ש. מכאן שיש שתי אפשרויות לשילוב המערכות: 625/25/2.048, ו־1.5/525/30 MBIT/S.




*התאמת הפרוטוקולים NTSC (ארה"ב) ל־PAL (אירופה) נעשית באמצעות ממיר פרוטוקול נתונים*




*קודק VCD-2M – מסוגל להתחבר לוועידות־וידאו בין־לאומיות*




לסטנדרט PAL יש יותר שורות במסגרת אחת, כך שהרזולוציה טובה יותר, אבל השיטה יקרה יותר, מפני שהיא צריכה רוחב פס גדול יותר.

כדי להוריד את מחירי העברת התמונות, הטכנולוגיה בוועידת־וידאו שונה שוני בסיסי משידו־רי הטלוויזיה:

בטכנולוגיה של שידורי טלוויזיה אין קשר בין תוכן התמונה, המהירות שבה נעות התמונות ורוחב הפס. בארה"ב, לדוגמא, רוחב הפס הוא 6 מ"ה. עבור ועידות־וידאו רוחב פס כזה יקר מדי. אפשר לקבל רזולוציה סבירה במהירות נמוכה יותר, 512 מסל"ש, דהיינו ברוחב־פס קטן יחסית.

הטכניקה שמאפשרת זאת מתבססת על תמסורת ספרתית במקום תמסורת אנלוגית, שבה משתמשים בטלוויזיה משודרת. בטלוויזיה המשודרת המצלמה משדרת 525 (או 625) שורות בכל 1/30 שנייה (או 1/25 שנייה); בוועידת־הווידאו דוגמים בעזרת הציוד המתאים, את תוכן התמונות ומהירות תנועתן גם בתוך המסגרת וגם בין מסגרות, ומשדרים רק את הנתונים הרלוונטים לייצוג התמונה, באיכות טובה, דהיינו – משדרים רק את ההבדלים בין המצבים.

בדרך־כלל ועידות הווידאו נערכות בישיבה, ומתרכזים רק בתנועות הידיים והבעת הפנים, ולכן רוחב הפס קטן, ומספיקה טכניקה ספרתית דיפרנציאלית.

בשילוב שתי הטכניקות – עיבוד בתוך מסגרת ועיבוד בין מסגרות (משודרים רק ההבדלים בין המסגרות) – התקבלו תוצאות הרבה יותר טובות, בהשוואה לשימוש בטכניקה אחת.

הטכניקה המשולבת ידועה בשם DIFFERENTIAL TRANSFORM CODING - DTC, והיא פותרת את בעיית הירידה בגודל רוחב הפס, ובכך מוזלת התמסורת.

בנוסף, בוועידות־וידאו קיימת בעיה של שידורי דיבור ונתונים ביחד עם תמונות. לכן יצרני מערכות ועידות־וידאו מחפשים פתרונות הן להוזלת ציוד הקצה, והן להוזלת מחיר התמסורת. יש חברות, המייצרות מערכות זעירות כאלה (MCS - MINI CONFER-ENCE SYSTEM) המכילות מצלמה, בקרה, מוניטור וכן נייד (MOVEABLE STAND), המאפשרים לקיים ועידות־וידאו בתדרים רגילים, ולא מיוחדים.

עבור קשר בין־לאומי בין ארה"ב ואירופה, לדו־גמא, התאמת הפרוטוקולים NTSC ארה"ב ל־PAL אירופה, נעשית על־ידי DATA PROTOCOL CONVERTER.

בארה"ב צריך מצלמה מתאימה ל־NTSC ופרוטו־קול. התמונות נשלחות בקווי קרקע עד ל־1.5 מסל"ש, עד לתחנה לוויינית (אם התקשורת דרך לוויין), ודרכה לתחנה לוויינית באירופה, באותה מהירות. בתחנה זו קיימת המרת מהירות ל־2.048 מסל"ש, ומשודר בקו קרקעי לחדר ועידת־הווידאו לפי הסטנדרט האירופאי.

תהליך דומה יש בשידורים מאירופה לארה"ב, אבל כדי לחסוך ברוחב־פס, ממירים ממהירות של 2.0 מסל"ש ל־1.5 מסל"ש לפני הכניסה ללוויין התקשורת.

כשמשתמשים במהירות העברת תמונות של 512 אסל"ש (אסל"ש – אלפי סיביות לשניה KB/S) ניתן לקבל רזולוציות טובות, וניתן לרבב (MULTIPLEX) שני שידורים כאלה בערוץ אחר של 1.5 מסל"ש.

חברות שונות פיתחו פתרונות שונים להמרת רוחבי־פס, ריבוב, המרת פרוטוקולים ושילוב או־תות: דיבור, נתונים ותמונות. לדוגמא, חברת CLI פיתחה מערכת VTS-512, שמאפשרת כניסה גם ל־NTSC האמריקאי, וגם ל־PAL האירופאי, וכן ליציאות ולשילובם. רוחב הפס נע בין 384 אסל"ש עד 2.048 מסל"ש עבור תמסורת.

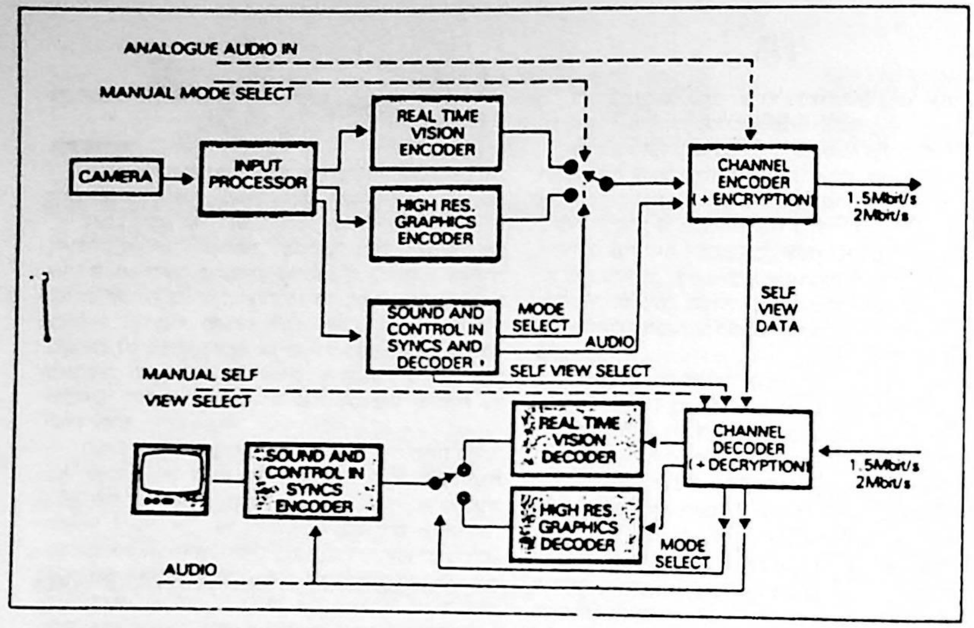
חברת COMMUNICATION INDUSTRIES - PHILIPS פית־חה ציוד הנקרא קודק (VIDEO CONFERENCE CODEC) VCD-2M, המסוגל להתחבר לוועידות־וידאו בין־לאומיות, ומבוסס על דחיסות אותות וידאו בהתאם לתקן COST-211 (CCITT 1984). לציוד יש יציאות בינאר־יות בקוד HDB-3, ומהירות העברה 2.048 מסל"ש (מהירות זאת מורכבת מ־32 ערוצים במהירות 64 אסל"ש כל אחד.

מכיוון שצריך רק ערוץ תמסורת אחד כדי להעביר את האותות, ניתן לבצע כל מיני שילובים של תמונות נעות, גרפיקה וכו'. אפשר להשתמש בתיווך מכל סוג:

רדיו אנלוגי או ספרתי, לוויינים או כבל תת־ימי, כבלים שזורים או קואקסיאלים, וסיבים אופטיים.

לצורך התאמת פרוטוקולים שונים, כמו בין PAL ו־NTSC, ניתן להמיר מהירויות בתוך הקודק 2 מסל״ש, בביטול 6 ערוצים מתוך 32, כדי לאפשר ריבוב חוזר (REMULTIPLEXING) ב־1.544 מסל״ש, הנמצא בתחנת קרקע לוויינית למשל. גם כאן, כדי לדחוס מידע, משתמשים ביתרון הטמון בעובדה שבד״כ האנשים והפרטים שרוצים להציג זזים ביחס לחדר או לרקע נייח, כך שמספיק להעביר רכיבי תמונה (PELS - PICTURE ELEMENTS) משתנים, ולאחסנם ללא שינוי בזכרון שבקודק. כמו־כן יש בקרה על כמות הרכיבים המשתנים בזמן מסוים, ואם כמות זאת עוברת מעל המותר, הבקרה יוזמת פעולות כדי לשמור על קצב קבוע שמאגר הזיכרון מעביר למרבב ה־2 מסל״ש. הבקרה דואגת שהזיכרון לא יהיה ריק, או יותר מדי מלא.

הציוד הזה – ועידת־וידאו קודק 2 מסל״ש – מאפשר תמסורת של תמונות נעות מלא, גרפיקה דינור ונתונים דרך ערוץ אחד, ומאפשר שילוב במע־רכת משולבת עתידית, בפס רחב, וספרתית. החברה מעמידה לעצמה כאתגר, להוריד בעתיד את המהי־רות לפחות מ־2 מסל״ש. שימוש בציוד קצה על השולחן עבור טלפון־וידאו, לקבל איכות תמונה גבוהה בשימוש במהירות העברה נמוכה בעזרת אלגוריתמים משופרים, וכו׳.

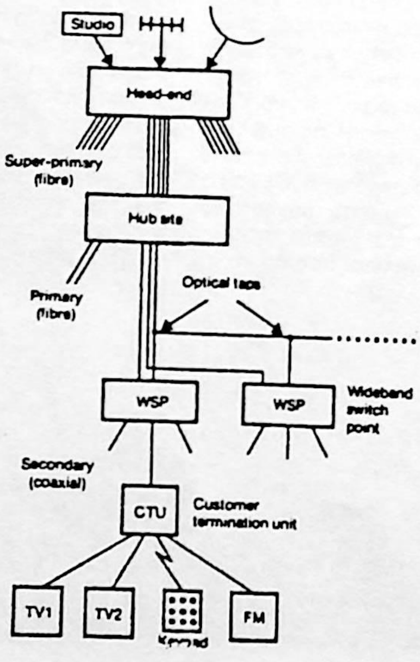



*בחדר ועידת־וידאו, לכל אוניברסיטה יש ארבעה ערוצים המסוגלים להתחבר לערוצים של אוניברסיטאות אחרות. בשלב מתקדם יותר הוסיפו עוד סיב אופטי, כך שלכל צד נחוצים שני סיבים אופטיים, ולמשתמש יש ארבעה ערוצים ממותגים ודו־כיווניים.*

# דוגמאות של מערכות ועידות־וידאו

בדרך־כלל הציוד הנחוץ ניתן לרכישה או להשכ־רה. הציוד מתחלק לשמע, שמע משולב עם גרפיקה, וידאו בתמונות קפואות (FREEZE FRAME) ווידאו נע מלא (FULL MOTION).

במערכת משולבים מספר תת־מערכות:
ציוד שמע
ציוד וידאו ובקרה
ציוד לגרפיקה
ציוד עבור מסמכים ב־HARD-COPY
תקשורת




**ציוד שמע**

זהו החלק החשוב ביותר בוועידות־וידאו, מפני שבוועידות־וידאו רחבות אין אפשרות לצלם בו־זמנית את כל הנוכחים, אבל חשוב שכולם יישמעו.

ציוד השמע מורכב ממקרופונים ומגבריםפ מבוז־רים בחדר. אם התקשורת נעשית באמצעות לוויין, התמונה והדיבור צריכים לעבור דרך אותו ערוץ, כדי שתהיה התאמה בין תנועות השפתיים והדיבור.

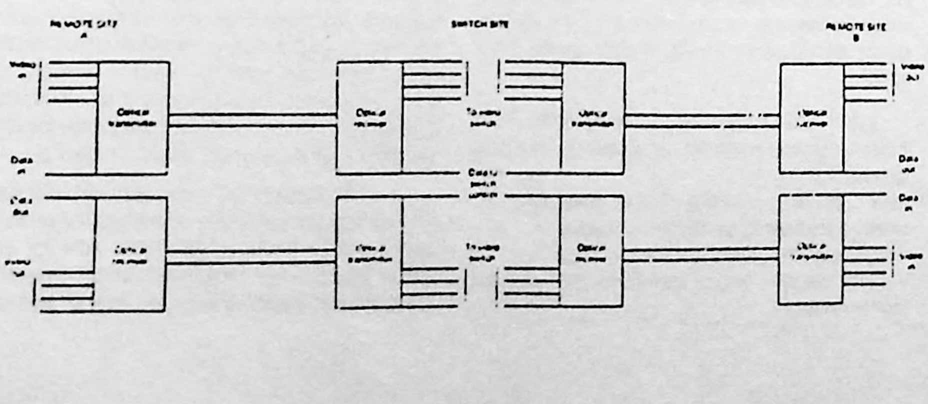
**ציוד וידאו ובקרה**

מורכב משתיים או שלוש מצלמות ובקרה. המצל־מה הראשית ממוקמת בדרך־כלל בחלק הקדמי של החדר המצלמה השנייה ממוקמת גבוה – כדי לאפשר תצוגת גרפים; לפעמים יש גם מצלמה ניידת, שניתן להפעילה באופן עצמאי.

על השולחן של מפעיל המערכת יש מתג המאפשר לו לבחור את המצלמה. בחדר נמצאים גם ׳משגיחים׳ (MONITORS) – אחד מראה את התמונה מרחוק, והשני – מקרוב.

בנוסף קיים ציוד לדגימה (DIGITIZING) וקידוד כדי לדחוס את הנתונים, ולפעמים קיים גם ציוד עבור שיבוש או הצפנה, מסיבות בטחוניות. במערכות מסוימות יש ציוד לאחסנה ספרתית, כדי לחסוך זמן ולהעביר גרפים לפני הישיבה או אחריה. ציוד נוסף מאפשר להחזיק על המסך תמונה או גרפיקה, כדי לאפשר תמסורת על הקו.

*דיאגרמה של הקודק, הפותר את התאמת הסטנדרטים האירופאי והאמריקאי*



**ציוד לגרפיקה**

ציוד המאפשר יצירת גרפיקה עם צורות שונות: עיגולים, חיצים, קווים וכדומה.

**ציוד למסמכים ב־HARD COPY**

ניתן לחבר לציוד הגרפיקה מכשירי פקסימיליה,

ולהעביר מסמכים למשתתפים.

**תקשורת**

התקשורת צריכה להבטיח תמסורת שמע ווידאו, והציוד תלוי בסוג רוחב הפס הדרוש.

אם ועידת הווידאו מועברת באמצעים קרקעיים, העלות תלויה במרחק ובמספר המשתתפים; אם ועידת הווידאו מועברת באמצעות לוויין - העלות אינה תלויה במרחק, בתנאי שהמשתתפים נמצאים באיזור הכיסוי (FOOT PRINT) של הלוויין. העלות נקבעת גם עפ״י קריטריונים של צבע או שחור־לבן, בתנועה מלאה או ב־FREEZE-FRAME, כמו־כן רצוי שפריטי הציוד יתאימו זה לזה, ומומלץ שיהיה של יצרן אחד.

כשיש צורך לשמור על סודיות, צריך לקחת בחשבון שתקשורת רדיו או תקשורת לוויינית ניתנת לקליטה מהאוויר, כך שנדרשת הצפנה עבור אותות השמע והווידאו, או להשתמש בסיבים אופטיים, שבהם אין אפשרות גישה לאותות המועברים דרכם.

כשבוחרים מערכת יש להתחשב גם בצרכים העתידים; אפשר להתחיל עם מערכת זולה יותר ב־FREEZE-FRAME, ובשלב מאוחר יותר להעביר לתמונות נעות בשלמות.

יש ציוד נייד ויש ציוד נייח. הציוד הנייד נדרש כאשר השידור הוא חד־כיווני באמצעות לוויין, כמו ארועים מיוחדים לכינוסים, לבתי מלון וכו׳.

באוניברסיטת לונדון יש חדר ועידת־וידאו, המאפשר למרצה לשדר לסטודנטים במקומות שונים הקשורים לרשת, ובו זמנית יש אפשרות לאינטראקציה, כך שהסטודנטים יכולים לדבר ולראות זה את זה, לפי הצורך. המערכת משתמשת ברשת וידאו ממותגת ובסיבים אופטיים כתווך. המערכת פותחה על־ידי BRITISH TELECOM RESEARCH LABORATORIES, והיא מבוססת על שימוש בטלוויזיה בכבלים, וצורת המיתוג הוא כוכב. למערכת יש ארבעה ערוצים בפס־רחב דו־כיוונים עבור וידאו ושמע, וכל אחד הוא עצמאי; אבל כולם ביחד מאופננים לסיב אחד; בצד הקליטה האותות עוברים תהליך הפוך, ומתחלקים מחדש לארבעה ערוצים, הקשורים למתג.

המתג מסוגל לחבר ערוץ כלשהו עם ערוץ אחר, או מספר ערוצים שעליהם קבעו מראש.

בשימוש של מתג בצורת כוכב, לכל אוניברסיטה יש ארבעה ערוצים המסוגלים להתחבר לערוצים של אוניברסיטאות אחרות. בשלב מתקדם יותר, לצרכי לימוד ובקרה על תוצאות, כדי להבטיח דו־כיווניות, הוסיפו עוד סיב אופטי, כך ששני סיבים אופטיים נחוצים לכל צד, ולמשתמש יש ארבעה ערוצים ממותגים ודו־כיוונים. בצורה כזאת המרצה יכול לראות את הסטודנטים, וכן לאפשר הידברות בין המשתתפים.

בעשור שעבר ועידות־הווידאו היו יקרות מאוד, ולכן השיטה לא היתה נפוצה. ההתפתחויות הטכנולוגיות - עיבוד ספרתי של התמונות ותמסורת ספרתית - הורידו את המחירים בצורה משמעותית.

טכניקת העיבוד הספרתי של הווידאו איפשרה להוריד את רוחב הפס של אותות הטלוויזיה הצבעונית ליחס גדול מ־40:1, ובזה להורדת המחיר.

יצרנים שונים פתרו את בעיית דחיסת הרוחב־פס בצורות שונות, אבל כולם משתמשים בווידאו קודק (VIDEO CODEC - CODER/DECODER). בנוסף ליצרנים שהוזכרו, ראוי לציין גם את חברת G.E.C.

בציור שלהלן יש דיאגרמה של הקודק, הפותר את התאמת הסטנדרטים האירופאי והאמריקאי, ע״י קידוד מספר שורות זהה בתוך מעבד הווידאו (VIDEO PROCCESSOR) בשתי הגרסאות. ההפרש במהירות השדות (FIELDRATE) - (25/30HZ) גורם פחות בעיות לעומת שידורי הטלוויזיה בכיוון ה־25HZ ל־30HZ.

הקודק של 525 שורות מקבל רק את השטחים הנעים מחמש מסגרות במקום שש. מסנן עוזר לרבב בין 50 ל־60 מסגרות/שנייה, בקודק ל־525 שורות.

מהירות התמסורת הדיגיטלית בארה״ב היא 1.544 מסל״ש (הנובעת מהרכב של 24 מרווחי זמן, כשכל אחד בעל 64 אסל״ש לפי התקן CCITT – 6733; מהירות התמסורת הדיגיטלית באירופה היא 2.048 מסל״ש (32 מרווחי זמן, כשכל אחד בעל 64 אסל״ש לפי תקן CCITT - G732.

בכדי להתאים בין המהירויות נמצא ברשת התמסורת ממיר מהירויות (BIT RATE CONVERTER), כך שהקודק הזה מסוגל ליצור קשר בין שני עברי האוקיאנוס האטלנטי.

יש דיווחים על מערכות ועידות־וידאו בתוך ארה״ב, בתוך אירופה - בין אנגליה וגרמניה, וכן בין ארה״ב וגרמניה.

בין המדינות ביבשת ניתן להשתמש בקווי טלפון רגילים, בו בזמן שבין יבשות מנצלים לווייני תקשורת. בעצם, הורדת העלות של ועידות־הווידאו נובעת משימוש בטכניקה ספרתית, שקיבלה תנופה בעיקר הודות לשימוש בשני התווכים החדישים: סיבים אופטיים ולווייני תקשורת. הסיבים האופטיים מתאימים בעיקר להעברת נתונים במהירויות גדולות מאוד. באירופה וביפן שיטה זו הולכת ומתרחבת, בזמן שבארה״ב לווייני התקשורת מהווים פתרון מועדף, ובגלל שיש בהם פוטנציאל גדול ברוחב הפס שלא מנוצל, הדבר יוביל להכנסת שירותים חדשים בעלויות נמוכות ביותר.

גם באירופה, הניסוי לוועידות־רחק EVE - EUROPEAN VISUAL TELECONFERENCE EXPERIMENT נעשה על ORBITAL TEST SATELLITE (OTS), ולוויני תקשורת אירופאיים ECS-1 ו־2.

בצרפת איפשר לוויין התקשורת TELECOM 1 שירותים ספרתיים המיועדים לוועידות־וידאו.

# לסיכום

תודות לפיתוחים הטכנולוגיים, וכן שינויים בחקיקה ובפוליטיקה, קיימת האפשרות למפגשים אלקטרוניים בין מספר אנשים הנמצאים במרחק זה מזה, בזמן־אמת. בכך ועידות הווידאו הם הן ׳מפגשים בין מוחות׳ והן כלי ניהולי חדש ויעיל, וזה החלק האנושי של המשרד הממוחשב.

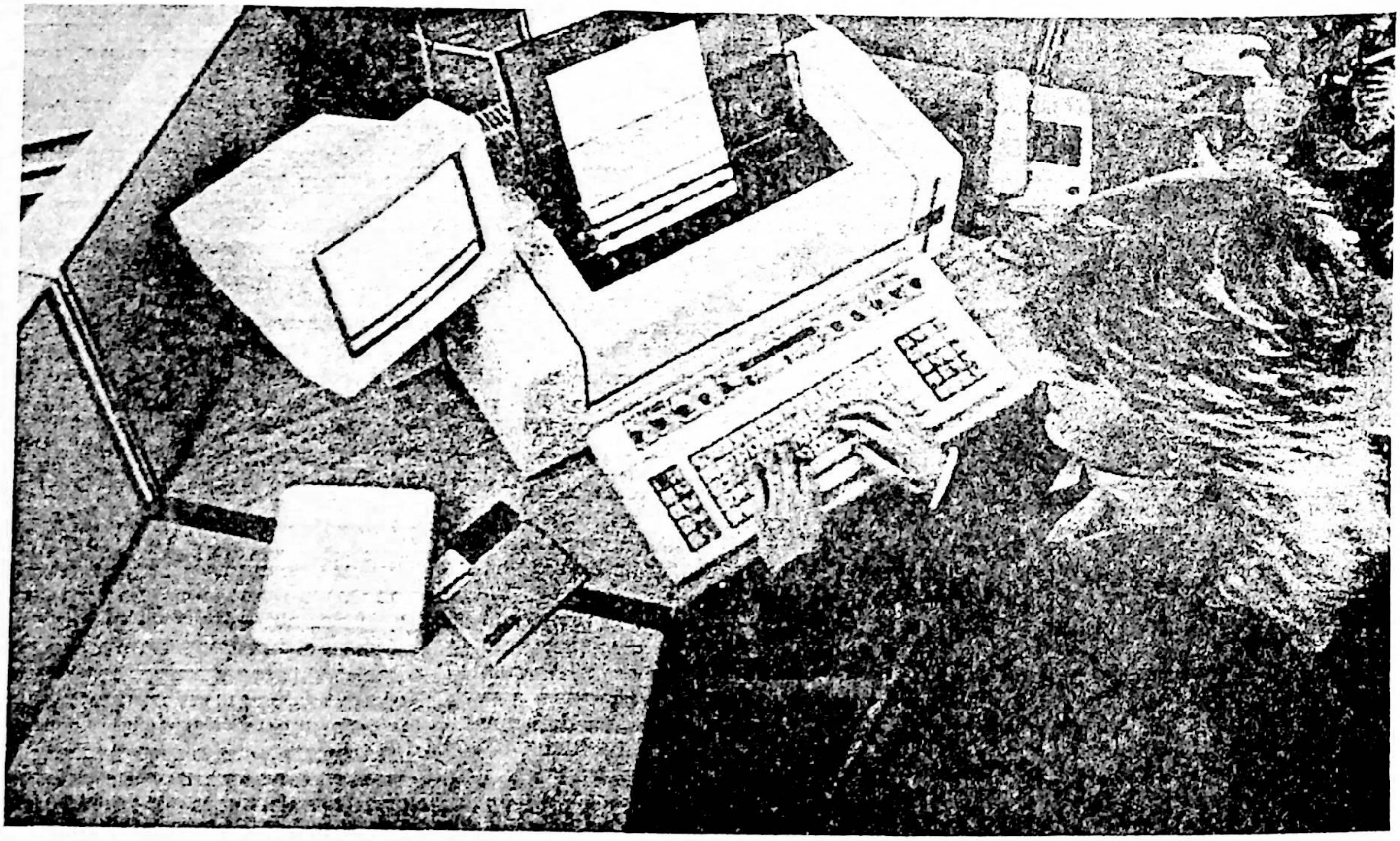
# הטלטקס - טלקס-על

למרות ששירותי הטלקס ממשיכים להתפתח, שירות חדש, הנקרא 'טלטקס' (להבדיל מ-'טלטקסט', שאותו ניתן לקבל על מרקע הטלויזיה), עומד לבוא במקום הטלקס המזדקן.

יתרונותיו של שירות הטלטקס, הם במהירות העברת המידע (מהיר פי 50 מהטלקס), עיבוד תמלילים ואפשרויות התחברות ותקשורת עם ציודי קצה שונים, וכל אלה בעלויות ההולכות ויורדות.

בגלל התפתחויות שיחולו בעולם ובארץ בעתיד הקרוב, יש לעמוד על הבעיות הנובעות מאימוץ השיטה, בכדי לתאם עם הציוד של יצרנים שונים, רשתות שונות וכו'.

במאמר זה מובאים הסברים ועדכונים על הנעשה בשטח הטלטקס, כחלק מהמשרד הממוחשב וכשירות במגוון השירותים המשולבים של רשתות ספרתיות (ISDN).



## התפתחות הטלטקס

שירות הטלטקס פותח על־ידי הדואר המערב־גרמני בתחילת שנת 1981, ומאז התפתח ברוב האר־צות האירופאיות (אוסטריה, שוודיה, שוויץ, אנגליה ועוד), וכן בין אירופה וקנדה, דרך האוקיאנוס האטלנטי.

כדי שהשירות יוכל להשתלב ברשתות קיימות או ברשתות עתידיות ולהתקשר עם ציוד קצה מיצרנים שונים, יש צורך בתקנים מתאימים. הארגון הבין־לאומי לתקינה עבור טלפון וטלגרף (CCITT), המליץ מספר המלצות: F.200; S.60; S.61; S.62; ו־S.70.

אחד מיתרונותיו של הטלטקס הוא יכולתו להת־קשר גם עם הרשת הבין־לאומית של הטלקס.

יתרון חשוב לאבטחת הצלחתו בעתיד, מהווה השילוב בתקן של מערכות פתוחות ISO-OSI (OPEN SYSTEMS INTERCONNECTION - INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION).

תקן זה מחלק את התפקידים הלוגיים של ציודי תקשורת שונים ל־7 שכבות (רמות), כך שעיבוד לוגי מסוים בציוד קצה יכול להתקשר עם המקביל לו ללא תלות בסוג היצרן. יתרה מזו, אין כאן חשיבות לבחירת הפתרון על־ידי יצרן מסוים, אם בחומרה, תוכנה או FIRM-WARE.

השכבות 5־7 מאפשרות למשתמש להפעיל ולנצל את המסרים המועברים בתקשורת וליצור מימשק איתם (INTERFACE), בו בזמן שהשכבות 1־4 מאפשרות תנועת נתונים בתוך הרשת, תנועה בטוחה וללא שגיאות.

בציור מס' 1 מוצג מבנה הפרוטוקולים עבור הטלטקס, והוא משלב את ההמלצות של CCITT עם ISO-OSI.

PULIC SWITCHED TRANSMISSION NETWORK - PSTN

PACKED SWITCHED DATA NETWORK - PSDN

CIRCUIT SWITCHED DATA NETWORK - CSDN

וזה יאפשר שילוב בשירותים של הרשתות הסיפרתיות.

בציור מס' 2 מודגמת צורת התחברות טיפוסית של השכבות 1־4, כששני מעבדי תמלילים בעלי יכולת לתקשורת המחוברים לשתי רשתות מיתוג־מנות שונות רוצים להתקשר.

תפקידם של הפרוטוקולים המופיעים בציור:

X.21 - מימשק בין ציוד קצה להעברת נתונים (DTE) והמודם הנמצא במקום מרוחק.

X.75 מגדיר את צורת הגישה ותקשורת חסרת־שגיאות בקו המגיע לצומת הראשון שברשת מיתוג־מנות.

X.25 - מגדיר את התנאים להעברת הנתונים ללא שגיאות בערוצים לוגיים שבתוך הרשת למיתוג־מנות.

S.70 - מגדיר את התנאים לקבלת קשר קצה לקצה בין שני מעבדי תמלילים בעלי יכולת לתקשורת.

כיוון שההמלצות של CCITT עבור טלטקס מתאי־מים גם למעבדי תמלילים, מתווספות הרבה תחנות קצה היכולות להשתלב בטלטקס, וע"י כך גדלים סיכויי ההצלחה של הטלטקס. כמו־כן, האפשרויות לשלב העברת טקסטים ותמונות בעזרת פקסימליה

ינבירו את התפשטות שירות הטלטקס בצורה משו־לבת (MIXED-MATE).

# היבטים טכניים

בהתאם להמלצה F.200 של CCITT, הטלטקס הוא שירות בין-לאומי המאפשר למנויים להתכתב על בסיס אוטומטי מזיכרון־לזיכרון דרך רשת התקשו־רת. הכוונה היא להשתמש במכונת כתיבה בעלת יכולת לתקשורת, כציוד בסיסי משרדי עבור הטל־טקס.

יש המתייחסים לשירות טלטקס גם כ׳הדפסה מרחוק׳ (OFFICE TELETYPING), בגלל השילוב שבין הדפסת טקסט ועיבודו בתקשורת בעלת זיכרון אוטומטי.

הטלטקס עובד במהירות תמסורת של 2,400 סיביות/שניה, סינכרוני, וכל תקשורת דופלקס־למחצה (HALF-DUPLEX) יכולה להעביר את הטלטקס.

השוואה בין טלטקס לטלקס מלמדת על הבדלים משמעותיים:

- מהירות העברת התמסורת בטלקס היא 50 סיביות/שניה, ואילו בטלטקס 2,400 סיביות/שניה.
- בטלקס ניתן להעביר צורה מוגבלת של מסר;בט־לטקס המסר מופיע על דף משרדי תקני.
- בטלקס משתמשים בתקן הטלגרף מס׳ 2, בעל קוד של 5 סיביות בכל תו, דבר המגביל את מספר הסי־מנים: רק אותיות קטנות או גדולות (בלועזית), ומספר קטן של מספרים ופקודות. בטלטקס משתמ־שים בקוד של 8 סיביות בכל תו, (המלצת S.61 - CCITT) המגדיל את מספר הסימנים.

בהשוואה בין טקסט בעל 900 סימנים בקוד של 5 סיביות (העברה בטלקס), וטקסט בעל 1,600 סימנים בקוד של 8 סיביות (העברה בטלטקס) ניתן לסכם:
טלקס – 900X5 = 4,500 סיביות/שניה; במהירות 50 סיביות/שניה, יש צורך ב־90 שניות.
טלטקס – 1,600X8 = 12,800 סיביות/שניה; במהירות 2,400 סיביות/שניה, יש צורך בכ־5 שניות.

בגלל החיסכון הגדול בזמן התמסורת, עלות התקשורת יורדת, והדבר מצדיק את העלות הגבוהה של רכישת המכשיר (שעלותו כפולה ממכשיר טלקס). בגרמניה לדוגמא, עלות של מסר ברשת הטלטקס זולה פי חמש בהשוואה לטלקס.

## התפשטות השימוש בטלטקס מותנית במספר גורמים:

**תיאום ציוד הקצה:** הדבר מאפשר לכל המכשירים המחוברים לרשת הטלטקס להתקשר מבחינת תווי הטקסט, תווי בקרה, אופן התמסורת ושיטות הגנה משגיאות (פרוטוקול HDLC, המבטיח $10^{-6}$ תווים שגויים), גודל הדף, וטקסט־אוטומטי כתשובת בדי־קה (ANSWERBACK) לכל המשתמשים; פעולה בזמן שהמפעיל לא נמצא או המכשיר תפוס, באחסון המסרים הנכנסים (מהרגע שהתשובה נשלחת), כך שהמסר לא יאבד לפני שהודפס. אחסון המסרים נעשה על דיסק, ואין אפשרות לגשת אליו בעזרת הקלידים.

**עבודה בו זמנית בהדפסה ועיבוד טקסטים עם קבלת המסרים:** כשמתקבל אישור (ACKNOWLEDGE) שהמ־סר הגיע, אין הפסקה בהדפסה ורק בגמר ההדפסה, המסר הנכנס יודפס.

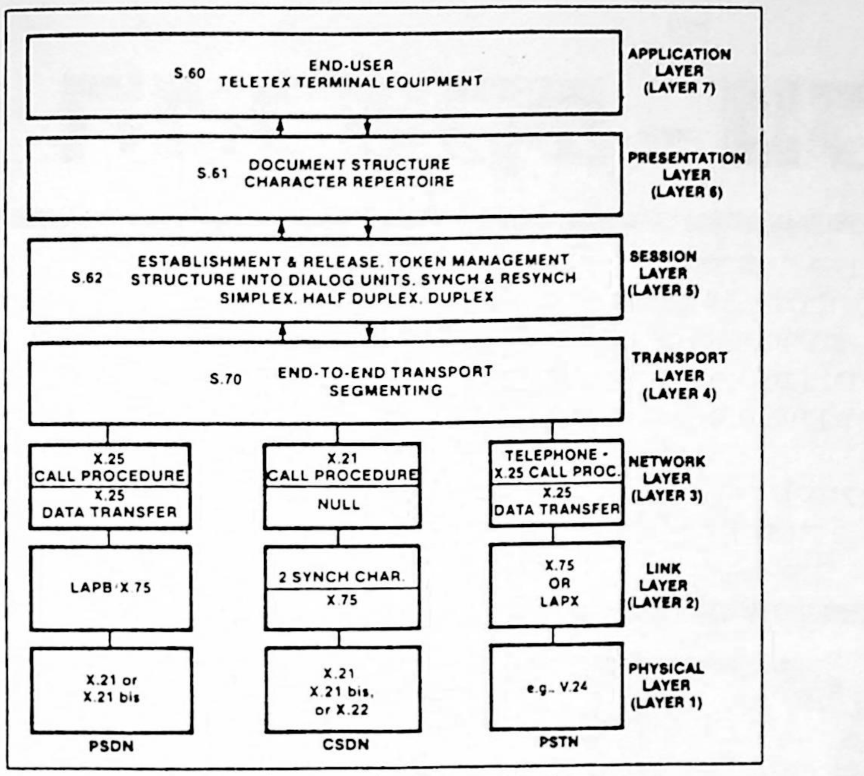
**תיאום עם מכשירי טלקס:** תנאי זה חשוב מאוד, בגלל שקיימים מכשירי טלקס רבים. התיאום נעשה בעזרת ממירים (CONVERTERS).

**תקשורת עם רשתות שונות:** הטלטקס יכול להתחבר לרשתות תקשורת שונות:

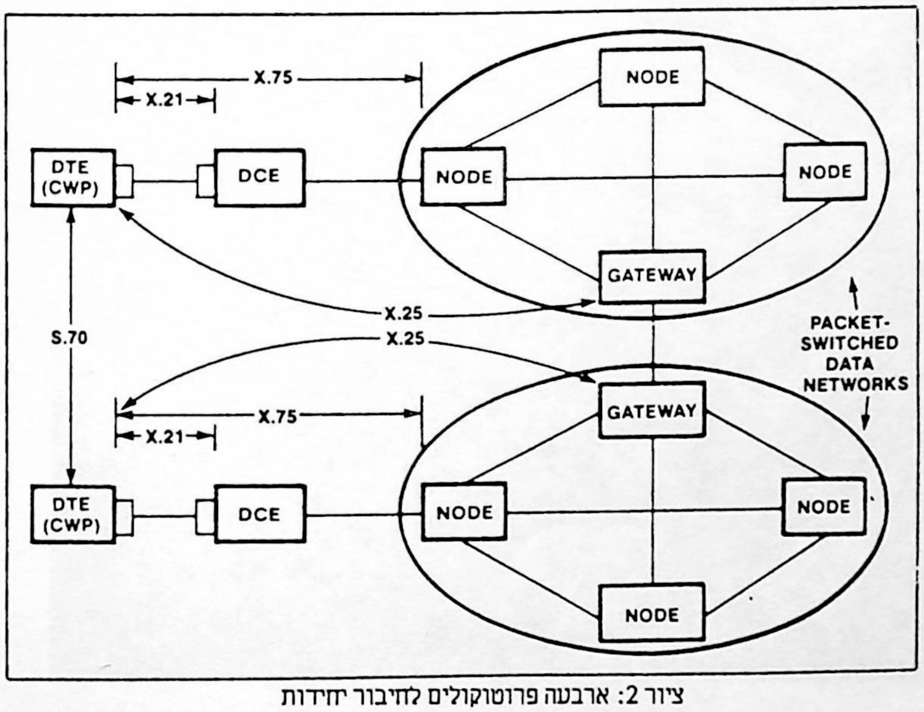
רשתות מיתוג־מנות – PACKET SWITCHED DATA (NETWORKS) - PSDN, רשתות מיתוג־מעגלים – CIRCUIT (SWITCHED DATA NETWORK) CSDN, ורשת־ תקשורת במיתוג ציבורי – PUBLIC SWITCHED TRANSMISSION NET-(WORK) PSTN.

בציור מס׳ 4 מודגם הקשר בין צורות התקשורת הנ״ל.

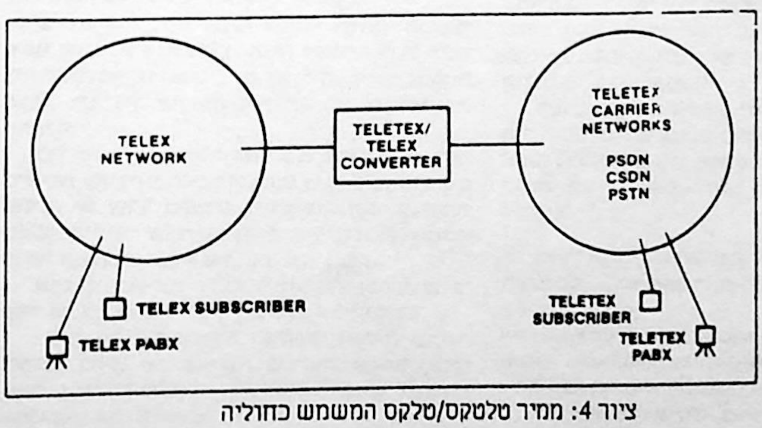
טכנולוגיית הטלקס לא התפתחה ב־50 השנים האחרונות, ובגלל מגבלותיה אי אפשר לשלבה




ציור 1: מבנה הפרוטוקולים עבור טלטקס




ציור 2: ארבעה פרוטוקולים לחיבור יחידות CWP לפי תקן CCITT




ציור 4: ממיר טלטקס/טלקס המשמש כחוליה מקשרת

נטכנולוגיות המתקדמות לתקשורת נתונים.

כדי לקשר בין טלקס וטלטקס יש להשתמש בממיר, המותקן בין מרכזת הטלטקס ומרכזת הטל־קס. בזמן שמתקיים קשר, הטלטקס יכול לפעול רק על פי מגבלות הטלקס, זאת אומרת שימוש במספר תווים ואורך השורה שמאפשר הטלקס.

תפקידי הממיר: איתות, המרת תווים ומהירות, אחסון הטקסט בזמן ההמרה, רישום ההתקשרויות לצורך תשלום וצבירת נתונים לעריכת סטטיסטיקה.

יחידת המרה יכולה להיות מושתלת גם בשני מצבים נוספים:

א. במקרה של שימוש בציוד ציבורי להעברת מסרים;
ב. במרכזיות פרטיות עבור טקסט ונתונים.

מרכזיות מודרניות לטקסטים ונתונים, מתוכ־נתות כך שתהיה אפשרות לחיבור בו־זמני לרשתות טלקס וטלטקס המסוגלות לשרת ציוד בתפקידים שונים, כגון מחשבים או מעבדי תמלילים, המשתמ־שים במהירויות וקודים שונים, כך שהמרה היא חלק חיוני במרכזיות פרטיות.

הדרישות הספציפיות של המרת טלקס/טלטקס מוגדרות בהמלצות ארגון F.201; S.18; S.60; S.61; S62; S70; S90; CCITT (F.200; ועוד.).

קיימות שתי שיטות המרה:

א. המרה בשיטת אחסן־ושלח;
ב. המרה בשיטת זמן־אמת.

בשלבים הראשונים של התפתחות הטלטקס רק השיטה אחסן־ושלח היתה בשימוש, וזאת בניצול של מהירות הגדולה של רשת הטלקס, כך שהממיר מחובר למנוי הטלקס או טלטקס רק בזמן הנחוץ לכך. המסר בשלמותו מאוחסן בממיר לפני שהוא משודר לנמען, דבר שלא מאפשר תמיד מסירה אוטומטית (ציור מס.5).

בשיטת המרה בזמן־אמת, הבעיה לא קיימת, כיוון ששני הצדדים המתקשרים מחוברים בו־זמנית לממיר. המסר לא מאוחסן ברשת, דבר המקטין את המהירות בטלקס ל־50 סל״ש. כדי להגיע לאותה רמת שירות כמו בשיטת אחסן־ושלח, בעיקר בהתחברות המנוי, יש להוסיף קיבולת נוספת לרשת הטלטקס.

בבחירת סוג ההמרה – מרוכז או מבוזר – יש לקחת בחשבון התאמה לרשתות הציבוריות, הלאומיות והבין־לאומיות, הקיימות והנמצאות בפיתוח, וכן גורמים כדוגמת כמות התנועה, פיזור גאוגרפי, ועוד.

## פיתוח הטלטקס

פיתוח הטלטקס החל ב־1970, כשהיה ברור שצ־ריך שיטה מהירה יותר להעברת טקסטים, במקום הטלקס.הנסיונות התחילו בגרמניה המערבית ב־1981 (על רשת ספרתית במיתוג מעגלים DATEX-L, ואחר־כך הצטרפו ארצות אחרות, עם רשתות מסוגים שונים.

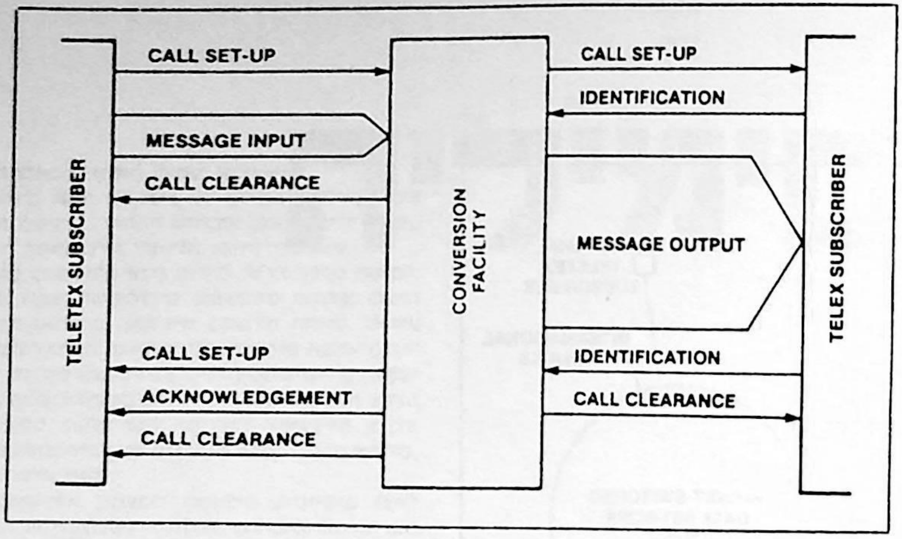
בציור מס׳ 6 נראית תחזית כמות התנועה ברש־תות טלקס וטלטקס, כפי שדיווחה חב׳ ׳פיליפס׳ ב־PHILIPS TELECOMMUNICATION REVIEW. בספרות המקצועית מדווח, שרוב הארצות בעולם כבר פיתחו טלטקס, לפחות ברמה ניסיונית.

השימוש בטלטקס הולך ותופס את מקומו בתחו־מים שונים.בציור מס׳ 7 ניתן לראות שתפקידים משרדיים שונים משתלבים עם רשתות טלקס וטל־טקס, דבר המגדיל את התנועה ברשתות אלה ומק־טין את הצורך ביחידות תפעול נפרדות ומספר קווי הטלטקס, על־ידי ריכוז תנועת המסרים ממחלקות שונות.

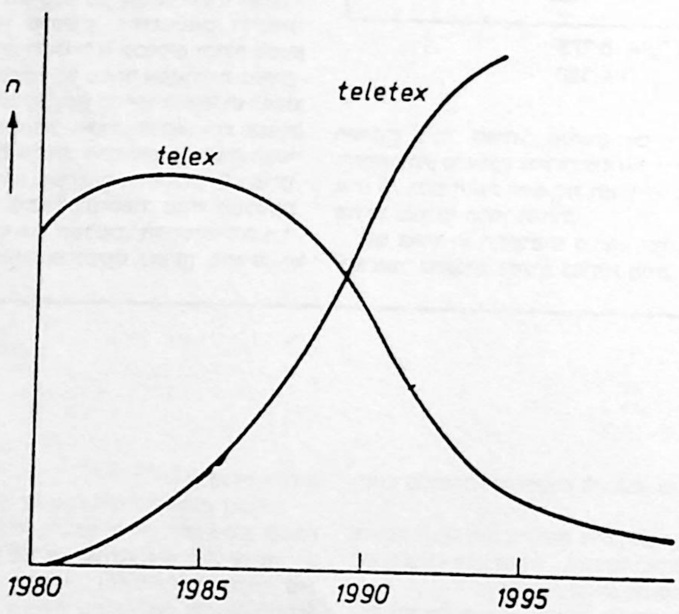
לגידול התנועה ברשת הטלטקס מצטרפים גם יישומים שונים, כגון בנקאות.בבנקאות יש כמות גדולה של מידע שמייצרים מעבדי נתונים, ומידע זה משודר באמצעים אלקטרוניים, במקום בדואר רגיל.

כשמשתמשים בשירות טלטקס, יש לקחת בחש־בון את גורם הדחיפות של המסרים, בכדי לחסוך בעלות התקשורת. בגרמניה המערבית לדוגמא, המסרים הלא דחופים משודרים בשעות הלילה, כשתעריפי התקשורת נמוכים.

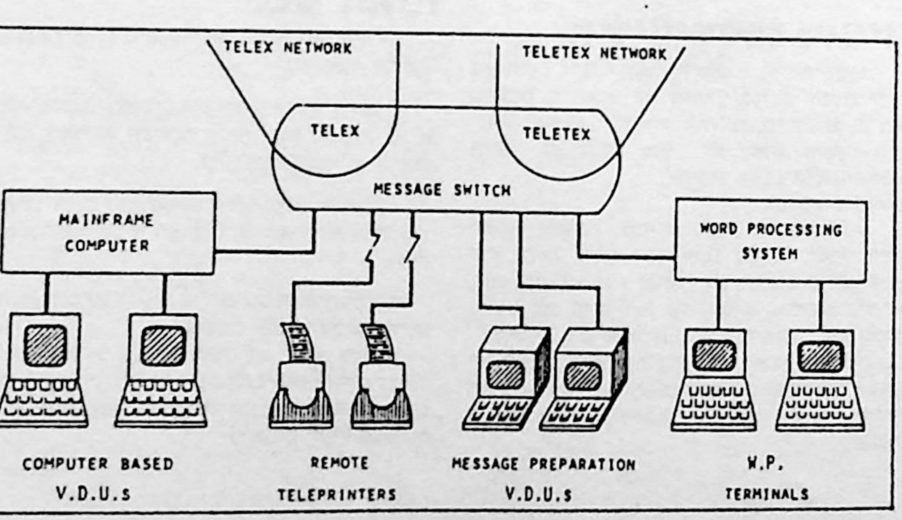
השימוש בטלטקס בבנקאות תלוי בתגובת הלקו־חות. בגרמניה מעריכים שבתחילת שנות ה־90, 55%




ציור 5: אגירה – המרה – שיגור




ציור 6: תחזית כמות התנועה ברשתות טלקס וטלטקס




ציור 7: שילוב תפקידי המשרד השונים עם רשתות טלקס וטלטקס

מההתכתבות תהיה בדואר אלקטרוני.

גורם אחר המשפיע על קליטת הטלטקס הוא עלות השירות. העלות מורכבת ממחיר ציוד הקצה, מחיר ההתחברות לשירות ומחיר השימוש.

גם לתקשורת שבין בנקים יש לטלטקס חשיבות רבה: נתוני התשלומים מפוענחים מהצופן בצורה תקנית,ואחר כך נקלטים במערכת החיוב. המידע מאובטח ברמה גבוהה מאוד, ולעומתו אמצעי הבטי־חות בטלקס (מפתחות ביקורת) פשוטים יותר.הקשר שבין הלקוח והבנק מהווה פלח חשוב בפיתוח שירות הטלטקס, בעיקר עבור הממשלה והתעשייה. שירות זה משתלב היטב עם שירותים אלקטרוניים אחרים, כגון וידיאוטקס.

במקומות שמעבדי הנתונים מתאימים לציוד הקצה של הטלטקס, לקוחות יכולים לשלוח הוראות תשלום לסניפי הבנק שלהם, ולקבל מידע יום־יומי על חשבונותיהם, באמצעים אלקטרוניים.

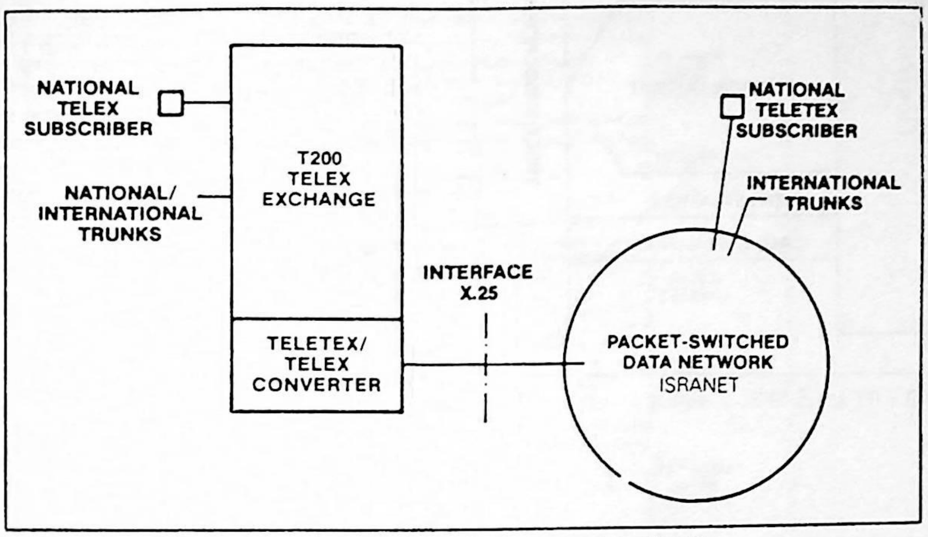
השילוב של הטלטקס עם אמצעי תקשורת אלקטרוניים אחרים – וידיאוטקס, פקסימיליה וטל־קס – מגדיל את השימוש בו, ומאנך שלוש קבוצות גדולות: משתמשי טלטקס, וידיאוטקס דו־כיווני ומחשבים. תשתית הטלויזיה בכבלים יכולה לספק שירותים אלה, ולמנוי יש מבחר אפשרויות בחירה.

בהכנסת שירות טלטקס בהיקף לאומי יש לפתור את חלוקת ׳המפתחות׳ (PUBLIC KEY DISTRIBUTION) לאישור ותחליף לחתימה, בהתחשב בדרישות הבטי־חות וסודיות המידע באמצעים אלקטרוניים.כמו־כן, יש צורך במדריך ציבורי למיספור מנויי הטלטקס, בדומהאו במשותף עם הטלקס, הפקסימיליה וכו׳.

כאשר משתמשים בטלטקס בארגון מסוים, יש חשיבות רבה לשילוב ותיאום עם כל המבנה התקשורתי; כל ארגון צריך למצוא את הפתרון המת־אים לו, ולבנות את הגוף בעל האחריות בתקשורת, מורכב מצוותי תכנון וניהול.

גם בארץ יש התקדמות בנושא הטלטקס. רשת ׳ישראנת׳ להעברת נתונים במיתוג מנות, היא אחד מהפתרונות שמפתחת חברת ׳בזק׳. בציור מס׳ 8 מובאת דוגמא של קשר בין רשת טלקס, טלטקס ורשת ישראנת, גם לקשר פנים־ארצי וגם לקשר בינלאומי.

מכל המחקרים עולה מסקנה ברורה: הטלטקס הוא מרכיב חשוב בתקשוב העתידי.




ציור 8: קשר בין רשת טלקס, טלטקס ורשת ישראנת

# פקסימיליה

הטכניקה להעברת תמונות ממרחקים ותיקה יותר מהטלפון: אלכסנדר באין (Bain), המציא שיטה, עוד באמצע המאה הקודמת, להעביר תמונות על קווי טלגרף; בהתחלת המאה הזאת, המציא הצרפתי אדוארד בלין (Belin) את ה׳בלינוגרף׳, מכשיר שבעזרתו סוכנויות הידיעות היו מעבירות תמונות.

אבל הפיתוח האמיתי היה רק בעשרים השנים האחרונות, ועבר כמה שלבים, מתמסורת אנלוגית לתמסורת סיפרתית, ומזמן העברה של 6 דקות לדף לפחות מדקה אחת. ההתפתחות ממשיכה לכיוון תמסורת מבוססת על אחסן־ושלח ומיתוג ממוחשב, כשכל העיבוד הוא ספרתי.

כחלק מהמשרד הממוחשב, לפקסימיליה יש יתרונות ניכרים לעומת העברת מידע אלפא־נומרי, וכדאי לדעת יתרונות אלה, בעיקר בשימושים החדשים שניתן להפיק כגון: דואר־אלקטרוני מסוג מסורתי (שונה מדואר אלקטרוני מבוסס מחשבים, שניתן להעביר לא רק בצורת תדפיס, אלא גם בצורת תוכנה ותצוגה על הצג או שמירה בזיכרון) ע״י שימוש בתור מדפסת, כיוון שיש מכשירי פקסימיליה המסוגלים לקלוט בקוד ASCII או EBCDIC.

ע״י תקשורת בין מכשיר פקסימיליה למעבדי תמלילים מרוחקים, בעזרת פרוטוקולים ברמה גבוהה מכונות חדשות ותקנים מתפתחים, ניתן יהיה לשלב טקסטים ותמונות בתמסורת ולאחסנם בזיכרון.

כמו־כן, מתפתח ציוד קצה המסוגל לעבוד בצורה משולבת – תמליל ותמונות – ויהיה צורך בזיכרון של דף לצורך תמסורת מזיכרון לזיכרון.

המכשירים מהדור החדש – פקסימיליה קב׳ 4 – מתפתחים בהתאם לתקן היחוס של מערכות פתוחות של ISO-OSI, ויהיו חלק ממערכות ספרתיות לשירותים משולבים (ISDN) עבור המשרד הממוחשב.

## שימוש בפקסימיליה

הפקסימיליה מאפשרת לשגר ולקבל באמצעות קווי טלפון העתק מדוייק של מסמכים מסוגים שונים: שרטוטים, טבלאות, דוגמאות חתימה, מסמכים בשפות שונות וכו׳. ניתן לקבל את שירות הפקסימיליה בשתי שיטות:

**שירות פוסטפקס:**

העברת מסמכים בין מדינות. המסמך משודר מבית־דואר, ונקלט בבית־דואר בארץ היעד, וזה מוסר אותו לנמען. בין ישראל ו־24 ארצות, כגון, ארה״ב, אנגליה, צרפת, יפן ועוד קיים כבר שירות פוסטפקס, ובעתיד יצטרפו אליו ארצות נוספות.

מסירת החומר לנמען יכולה להתבצע בכמה דרכים: הודעה טלפונית לסור ולקבל את המסר, משלוח בדואר, העברה מיידית אל מכשיר הפקסימיליה של הנמען.

**שירות טלפקס:**

המסמך משוגר ישירות למכשיר הפקסימיליה של הנמען. בארץ פועל שירות פקסימיליה ארצי ובינלאומי, הניתן ע״י רשות הדואר מכ־52 בתי־דואר וסניפים ברחבי הארץ ל־107, ארצות וגם ע״י חברות פרטיות (שירות בינלאומי), הזוכות ברשיון מתאים ממשרד התקשורת.

## תיאור טכני

קיימות שתי אפשרויות להעברת דף מידע באמצעות קו תקשורת:

1. קידוד אלפא־נומרי ב־8 ביטים, ותמסורתם על צג או מדפסת זוהי הדרך הרגילה הנהוגה בעיבוד נתונים או עיבוד תמלילים.

2. סריקת הדף, קידוד ותמסורתו בצבעים שחור־לבן, ללא זיהוי תווים. טכניקה זו נקראת ׳פקסימיליה׳.

טכנולוגיית הפקסימיליה כוללת ארבעה חלקים: סורק, מדפסת, בקר ותקשורת.

הסורק עובר על הדף ומחלק אותו לשורות. האותות היוצאים יכולים להיות אנלוגיים (השינויים באותות הם בין שחור ללבן) או ספרתיים (הפיכת התמונה לקוד בינארי).

התמסורת האנלונית היא אפנון תדר נושא אנלו־גי (ציור מס׳ 1).

היציאה הספרתית עוברת תהליך דחיסה ומוע־ברת באמצעות מאפנן דרך תקשורת אנלוגי או ישי־רות דרך תקשורת ספרתית.

הבקרה מכוונת את קצב הסריקה, ובמקרה של פקסימיליה ספרתית, מעבדת את האותות כך שהדחיסה תהיה אופטימלית.

בקליטה, האות מאופנן חזרה, ומפעיל ציוד הדפ־סה על נייר (ציור מס׳ 2).

ציוד הפקסימיליה מאופיין בשיטת האפנון, מהירות, רזולוציה וקצב התמסורת. מהירות התמסורת הספרתית נעה בין 1200 ביט/שניה עד ל־56 או 64 אלפי ביטים/שניה; מהירות העברת דף נעה בין 6 דקות לפחות בדקה. הרזולוציה נמדדת בשורות לאינץ׳, ומשתנה בין 100 שורות לאינץ׳ ל־400 שורות לאינץ׳.

הוועידה הבין־לאומית לתקינה, טלפון וטלגרף (CCITT) מחלקת את הפקסימיליות ל־4 קבוצות:

**קבוצה 1** – פקסימיליה אנלוגית, באפנון תדר, 6 דקות להעברת דף, עם רזולוציה של 100 שורות לאינץ׳, 1,300 הרץ עבור צבע לבן ו־3,100 הרץ עבור צבע שחור באירופה. (בארה״ב: 1,500 הרץ עבור לבן ו־2,400 הרץ עבור שחור). כיום כבר לא מיוצרות פקסימיליות מקבוצה זו.

**קבוצה 2** – פקסימיליה אנלוגית מאופננת באמפליטודה, זמן העברת דף 2–3 דקות, רזולוציה 100 שורות לאינץ׳.

**קבוצה 3** – פקסימיליה ספרתית, עם דחיסה בקוד הופמן, זמן העברת דף דקה אחת או פחות, רזולוציה 200 שורות לאינץ׳, מהירות התמסורת 4,800 או 9,600 ביט/שניה. יש מכשירים מקבוצה זו התואמים מכשירים מקבוצה מס׳ 2, והם השולטים היום בשוק.

**קבוצה 4** – פקסימיליה ספרתית, עם דחיסה, זמן העברת דף פחות מדקה, רזולוציה 200 עד 400 שורות לאינץ׳, מהירות התמסורת עד ל־56 או 64 אלפי ביטים/שניה.

CCITT קובע תקנים עבור פרוטוקולים, קצב הסריקה, סנכרון, מופע ושיטת האפנון.

מכשירי הפקסימיליה צריכים להיות מסונכרנים ובאותו מופע. הדבר כולל פעולה שבאמצעותה הסו־רק והמדפסת נמצאים באותו המיקום על הדף בהת־חלת התמסורת. הסינכרון מבטיח שהסורק נשארים באותו מיקום יחסי בכל זמן התמסורת.

הפקסימיליות האנלוגיות (קבוצה 1 ו־2) מסוג־לות להעביר גם גוונים של אפור (בנוסף ללבן ושחור).

זמן התמסורת של המכשירים הספרתיים (וחלק מהמכשירים האנאלוגיים) משתנה על־פי צפיפות המידע. נהוג להשתמש בדף A4 לצורך השוואה של איכות ומהירות.

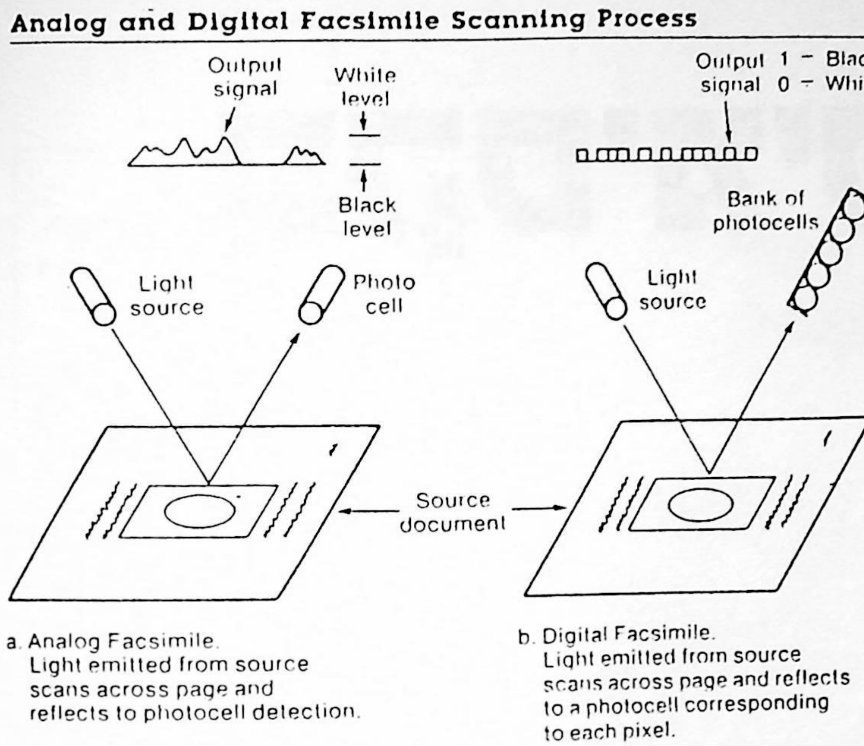
מכשירים ספרתיים העובדים עם מודמים של 4,800 ביט/שניה הם בדרך־כלל סטנדרטיים; מכשי־רים עם 9,600 ביט/שניה למודם זקוקים לשיפור מיוחד של קו הטלפון.

הפיתוחים החדישים מאפשרים מיתוג בפקסימי־ליה הידועה בשם ׳טלפקס׳. שירות כזה מבטיח קשר בין מנוי למנוי באמצעות רשת הטלפון הציבורית. כדי לאפשר תקשורת מסוג זה, צריכה להיות התאמה בין מכשירים שונים, דבר הנעשה בעזרת ממירים במרכזיות (כמו בארה״ב), ומאפשר פקסימיליה באחסון ומסירה. רשתות מסוג זה מאפשרות הן תקשורת ארצית והן תקשורת בין־לאומית.

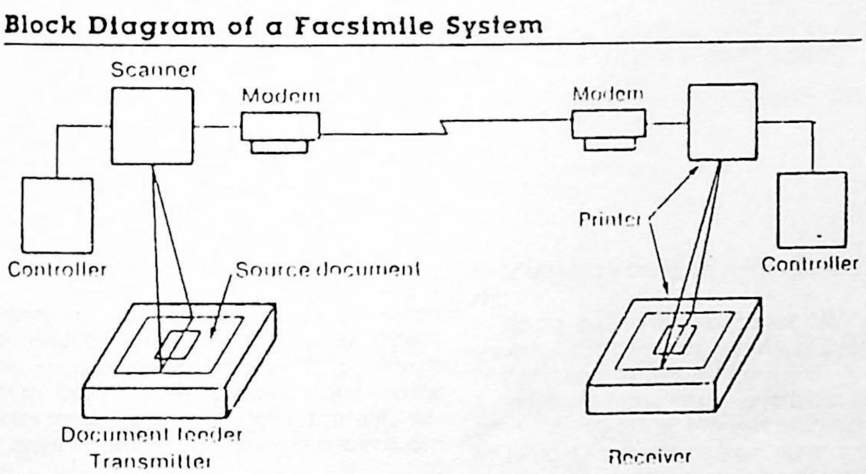
מרכזי טלפקס מצויידים במכשירים מהירים מאוד וממותגים מיתוג אוטומטי.

## פקסימיליה משולבת במעבדי תמלילים

מעבדי תמלילים שבהם קיימת אפשרות תקשורת דרך רשת ציבורית לטלפון או נתונים, מזיכרון לזיכ־רון (שירות הידוע בשם ׳טלטקס׳), יכולים להיות משולבים עם מכשירי פקסימיליה ספרתיים העובדים באמצעות רשתות נתונים.




תמונה 1: סריקה אנלוגית וספרתית בפקסימיליה




תמונה 2: תרשים של מערכת פקסימיליה

מכשיר משולב אפשרי בגלל שהפלטים בשתי הפעולות זהים (דף מודפס), אמצעי תקשורת זהים (רשת טלפון או נתונים), האותות ספרתיים, וזמן התמסורת והאחסון יורד בגלל השימוש בטכניקות דחיסה. בנוסף, שתי הפעולות (תמסורת טקסט ותמ־ונות) יכולות להשתלב במערכת תקשורת פתוחה (ISO–OSI) בהתאם לפרוטוקולים המקובלים.

קבוצה מספר 4 של פקסימיליה עונה לדרישות השילוב. בציור 3 מופיעה סכמה מלבנית של ציוד קצה עם התיפקודים הנחוצים לשילוב. המערכת מבוקרת ע״י מעבד זעיר.

ארגון CCITT יצר קבוצת עבודה מיוחדת (קבוצה 8) העוסקת בתקינה משותפת לפקסימיליה ומעבדי תמלילים, וידועה בשם ׳שירות טלמטיק. הארגון והחליט שאותן 7 הרמות של מודל היחוס OSI, יהיו משותפות לשני התפקידים, בציון שעבור רמה 6 התקן לפקסימיליה הוא T.a עבור הציוד הנחוץ לקבוצה 4.

נראה שרמות 3,2,1 יהיו ברובן חומרה, ורמות 4–5 יהיו תוכנה.

עבור רמה 6, ארגון CCITT פיתח גם אמולציה T.b עבור שיטות קידוד וקודי בקרת הציוד השייך לקבו־צה 4.

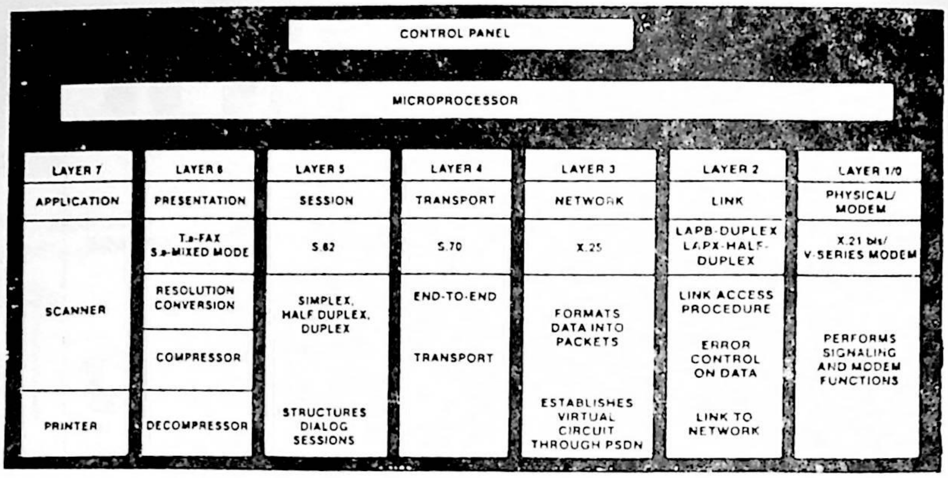
בתפיסה המשולבת, החלק הטקסטואלי מועבר באמצעות קוד כמו ASCII, בו־בזמן שהחלק הגרפי, מועבר בקודים המיועדים לפקסימיליה. האותות לתמסורת יכולים להיות מיוצרים ע״י סריקה או בלחיצת קלידים עבור סימנים.

במקרה הראשון, קורא אופטי מכיר בתווים. טעויות יכולות להופיע, וכדי למנוע אותן, יש צורך ליצור דף בעזרת מחשב ותצוגת התוכן על המסך. המפעיל יכול להביא אל הצג דוגמת חתימה למשל, הנמצאת בזיכרון של המחשב, ולהכניס אותה למקום המיוחד על המסמך וכך לשדר מסמך מוכן.

לשיטה המשולבת – טקסט וגרפיקה – נחוצים שני קודים: אחד רואה את הטקסט כמידע בסיסי ואת הגרפיקה כמשני; השני רואה את הגרפיקה כמידע בסיסי והטקסט כמשני.

להעברת טקסטים, פקסימיליה יקרה יותר בהשוואה לשימוש בקוד ASCII.

בדוגמה שבציור מספר 4:




תמונה 3: חלוקה לתפקידים של קבוצה 4

כדי להעביר אות תקני בגודל 10 תווים לאינץ׳ אופקי ו־6 שורות לאינץ׳ אנכי (כלומר גודל האות הינו עשירית אינטש ברוחב ושישית אינטש בגובה), בפקסימיליה ברזולוציה 200 נקודות לאינץ׳, צריך 660 ביטים (33X20). עם יחס דחיסה של 8:1, לכל תו דרושים רק 80 ביטים. זאת לעומת 8 ביטים הנחוצים להעברה בקוד ASCII. כלומר, לפקסימיליה נחוץ זמן פי 10 להעברת הטקסט.

## השפעת מחשבים ותקשורת על פיתוח הפקסימיליה

השימוש הנרחב במחשבים מגדיל את אפשרויות הפקסימיליה באבטחת איחסון מידע, דחיסת רוחב־פס, מיתוג, בקרת תמסורת וכו׳. הפקסימיליה יכולה לשמש כקלט/פלט למחשב, וכפלט למעבדי תמלילים.

אפשרויות התקשורת העומדות לרשות הפקסימיליה עושות אותו למוצר שאינו רק ציוד קצה, אלא גם מוצר השייך לרשת ומערכות תקשורת. רוב מכשירי הפקסימיליה מחוברים היום לרשת הטלפון הציבורית; לכן את החלק התקשורתי של השירות מספקות חברות התקשורת.

שוק משתמשי הפקסימיליה הולך וגדל, כיוון שהיא חלק מהמיחשוב ורשתות להעברת נתונים. השימוש בפקסימיליה נפוץ גם בשל הצורך לשלב בין פקסימיליה, נתונים ותקשורת מחשבים, בעיקר בקשרים בין־לאומיים, שבהם עלות קווי התקשורת גבוהה מאוד. גם הפיתוח המואץ של מעבדי תקשורת ומרכבים סטטיסטיים משפיע על השימוש בפקסימיליה. אלה מאפשרים שילוב שירותים שונים, במידה שציוד הקצה מסוגל להתקשר בשפת מחשב משותפת. קבוצה מספר 4 של פקסימיליה, מתבססת על פרוטוקול X.25, העונה לדרישה זו.

תקשורת של פקסימיליה ומחשב פותחת בפני הפקסימיליה אופקים חדשים והופכת אותה לחלק תקני ברשת להעברת נתונים. לתפוצת המכשיר מסייעות התחנות של רשתות מחשבים ויכולתן לאחסן ולשלוח.

הארגון הבינלאומי CCITT מעבד המלצות לחלוקת קבוצה 4 של הפקסימיליה ל־3 תת־קבוצות (ציור מספר 5).

## יתרונות הפקסימיליה הספרתית:

התקשורת בפקסימיליה הספרתית יכולה להיות מוצפנת או מעורבלת לצורכי סודיות המידע, דבר חשוב בעסקים או בתעשייה. הדרישה להצפנה ספרתית של הפקסימיליה הולכת ומתרחבת. בציור מספר 6 מובאת סכימה של תקשורת ספרתית מוצפנת בפקסימיליה.

למכשיר הפקסימיליה צמוד מימשק שבאמצעותו מועבר המידע ליחידת ההצפנה; היציאה מיחידה זאת עוברת דרך המאפנן (בתוך הפקסימיליה), ומשם, דרך תווך התמסורת, מגיע לפקסימיליה הקולטת; כאן המידע עובר תהליך הפוך.

חשוב שבתהליך ההצפנה, רק המידע שמהירותו 4.8 אלפי ביט לשניה, לדוגמה, יעבור דרך ציוד ההצפנה. שאר הנתונים מועברים ב־300 ביטים/שניה, דרך מאפנן אחר. באותה רשת טלפון ניתן להשתמש להעברת מידע מוצפן וגם להעברת מידע בלתי גלוי.

בציור מס׳ 7 נראה מכשיר פקסימיליה עם יחידת הצפנה בעלת מפתח של $10^{32}$ אפשרויות סודיות.

ירידת מחירי המחשבים, התקשורת והרחבת רוחב־פס במערכות תקשורת מצד אחד, ומחירי התחבורה הגבוהים והצורך לחסוך בזמן מצד אחר, מאפשרים להשתמש בפקסימיליה גם בועידות רחק (TELECONFERENCING) (ראה ׳מחשבים׳ מס׳ 77, נובמבר 1987), למשל כאשר צריך להציג דוחות, פרטים, טבלאות או מפות.

שימוש נפוץ בפקסימיליה הוא כשצריך להעביר בדחיפות מסמכים עם דיוק גדול, וכשיש צורך בחתימות, גרפים, מפות וכו׳, וכן להעברת מידע טקסטואלי משולב במידע גרפי.

בענף העיתונאות נעשה שימוש רב בפקסימיליה להעברת דפי מידע וצילומים, בעיקר בין מדינות.

בארצות כמו סין ויפן גובר השימוש בפקסימיליה, בעיקר בגלל קשיי תקשורת הנובעים מהכתב המיוחד.

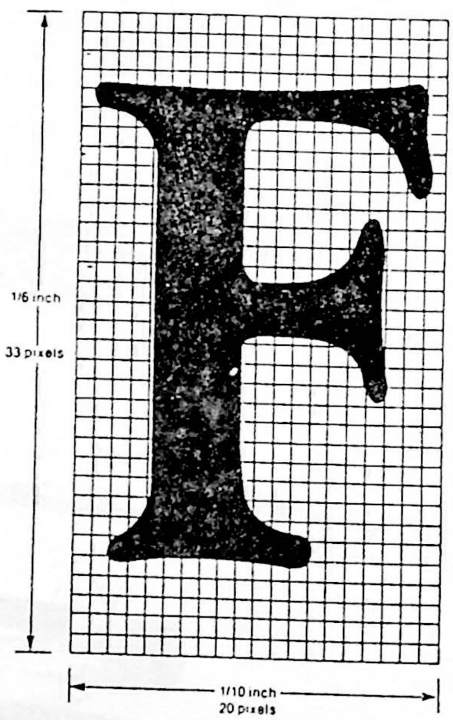
## השפעתה של הפקסימיליה על הטלמטיקה (תיקשוב)

׳טלמטיקה׳ או ׳תיקשוב׳ היא איחוד אפשרויות בעיבוד נתונים ותקשורת; במושג זה נכללים תקשורת נתונים, דיבור ומסרים אלקטרוניים, וביניהם פקסימיליה.

צורות שונות של תקשוב תופסות מקום שלישי בתקשורת, והן עומדות אחרי הדואר (מקום שני) והטלפון (מקום ראשון).

מחקרים על ביקוש לפקסימיליה, מראים שהדרישות שסופקו ע״י דואר, או טלפון, עוברות בחלקן לשירות בפקסימיליה, הודות ליתרונותיה, ובהם שימוש בקווי הטלפון הקיימים. גם העובדה שקבוצות 3 ו־4 כבר אינן איטיות מגבירה את תפוצת הפקסימיליה, והמחירים ממשיכים לרדת.

ניתן לומר שהמחשבים הובילו להתפשטות השימוש בפקסימיליה, כיוון שבעזרתם גדלים יתרונו־




תמונה 4: קידוד תו בפקסימיליה

**Proposed CCITT Group 4 Facsimile Terminal Characteristics**

| Service | Class 1 | Class 2 | Class 3 |
|---|---|---|---|
| Facsimile | Transmit/receive | Transmit/receive | Transmit/receive |
| Teletex | | Receive | Create/transmit/receive |
| Mixed mode | | Receive | Create/transmit/receive |
| Resolution: | | | |
| Standard | 200 | 200/300 | 200/300 |
| Optional | 240/300/400 | 240/400 | 240/400 |
| Page memory | No | Yes | Yes |

תמונה 5: הצעה של CCITT לחלוקת משנה של קבוצה 4

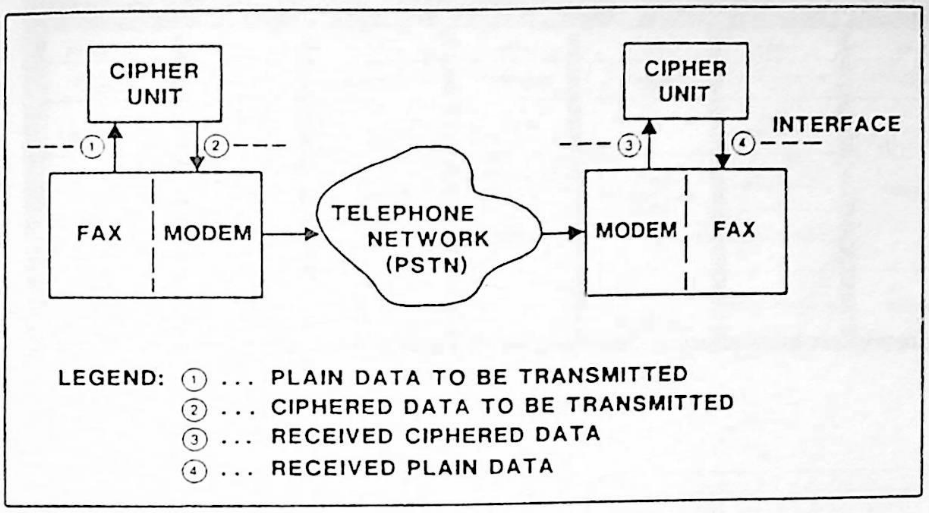
תיה: מהירות, רזולוציה טובה ומחיר נמוך.

מחקרים מראים שבסוף שנת 1986 היו כ־2.6 מיליון מכשירי פקסימיליה בעולם.

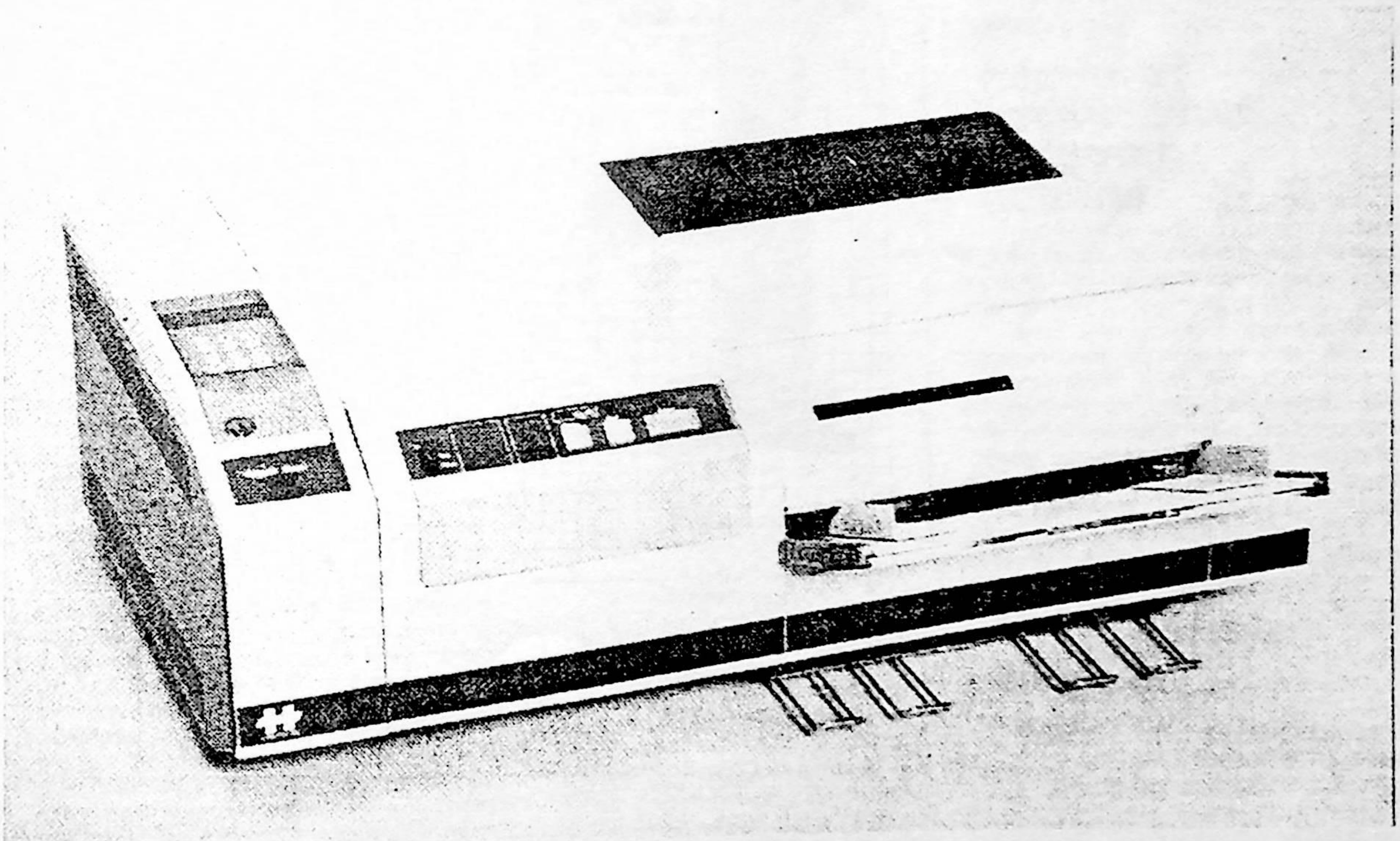
בפני פיתוח הפקסימיליה עומדות אפשרויות רבות נוספות: מכשירים ניידים שאפשר להשתמש בהם במכוניות אם יש ציוד טלפון מתאים (סלולרי); פקסימיליה צבעונית; ותיאום עם מכשירי צילום מחוברים לרשת.

גם בשילוב הפקסימיליה עם מחשבים אישיים טמון פוטנציאל גדול. בתערוכת הנובר היו שמועות לא רשמיות שטייואן וקוריאה עומדות לייצר מכשיר משולב של מחשב אישי ופקסימיליה. (הקושי הגדול בביצוע השילוב נמצא בתיאום בין הקודים לתמסורת בפקסימיליה לקוד ASCII של המחשבים האישיים).

יצרנים אחרים (באנגליה – בריטיש טלקום, קנון, טלברקה בשוודיה) הודיעו על מכשיר משולב של טלפון ופקסימיליה. ■

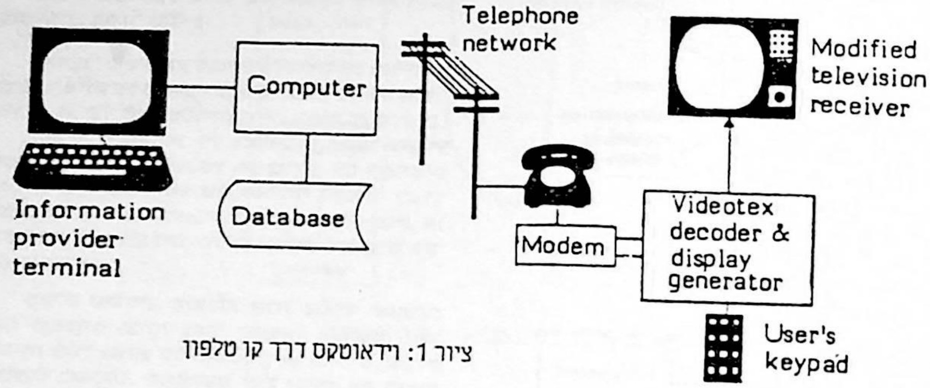



תמונה 6: התקן פקסימיליה ספרתית



תמונה 7: HC-400, פקסימיליה עם יחידה הצפנה

# וידאוטקס




ציור 1: וידאוטקס דרך קו טלפון

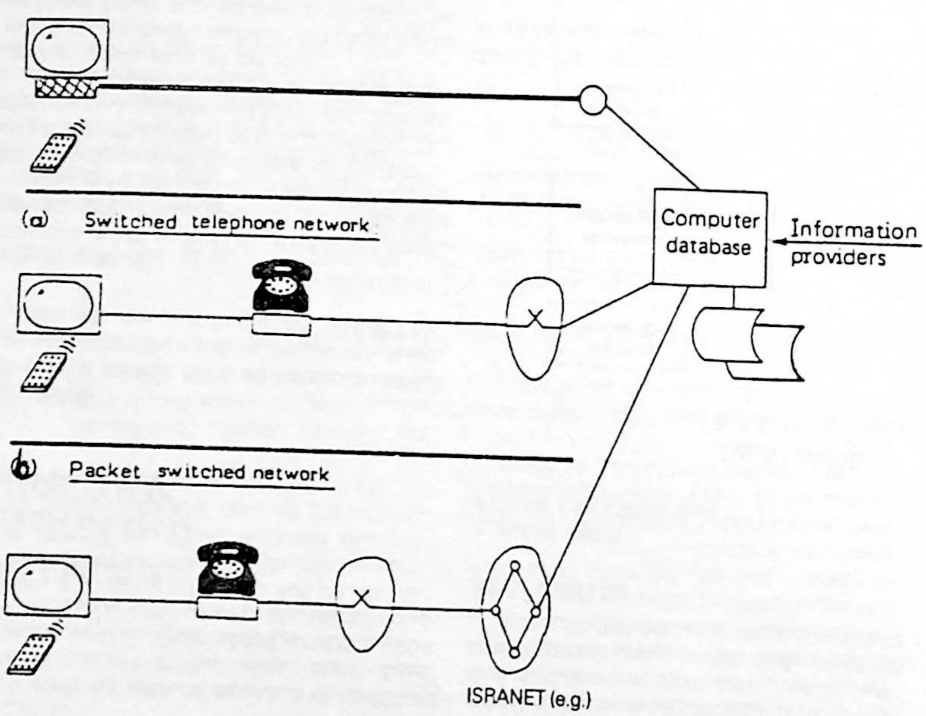
לפני כ־10 שנים, עיתונאי ידוע באירופה, R.J. Ragett,שאל את השאלה: ״האם שיטת העברת הנתונים בחוזי (Videotex, או Viewdata כפי שאז היה השם), היא המצאת־הדור, והאם היא מהווה את הפיתוח הראוי לציון בשדה התקשורת ההמונית מאז המצאת הטלפון והטלויזיה?״

כעבור 10 שנים, נראה שהתשובה היא כן!

ארצות מתקדמות ומובילות בתחום התקשורת פיתחו שיטות תקשורת שונות בהתאם לצרכים ולאפשרויות, ועכשיו הן מפתחות כלי קישור בין השיטות השונות.

גם בארץ הנושא התחיל להתפתח. חברות פרטיות כגון: N.C.C. – חברת תוכנה, הקוראת לעצמה (ובצדק), חלוצת הוידאוטקס בארץ; חברת ׳אלנט׳ לשעבר (לאחרונה נרכשה ע״י חברת ׳עורק׳ – רשת זהב); החברה הממשלתית ׳בזק׳, ועוד, משקיעות משאבים גם בחומרה וגם בתוכנה כדי לקדם את שירות הוידאוטקס.

להלן נסקור שיטות שונות של וידאוטקס, סטנדרטים שונים, נשווה בין השיטות ונצביע על התקדמות בעולם ובארץ.




ציור 2: רשתות תקשורת עבור וידאוטקס

## וידאוטקס – הגדרת המושג

ארגונים בינלאומיים מתייחסים לוידאוטקס כאמצעי תקשורת להעברת מידע בצורת דפים או מסגרות של מידע, מילולי או גרפי. המידע מועבר אל המנויים תוך שימוש ברשת הטלפון, ובמקלט טלויזיה לצורך תצוגה.

יש להבחין בין וידאוטקס וטלקסט; בטלטקס מקלט הטלויזיה מהווה מרקע לתצוגת המידע, אבל המידע מועבר דרך גלי רדיו, ובדרך־כלל משולב בשידורי טלויזיה והוא חד־כיווני, בו בזמן שהוידאוטקס הוא דו־כיווני ומשתמש כאמור ברשת הטלפון.

הפיתוחים הטכנולוגיים האחרונים מאפשרים להעביר וידאוטקס גם ברשתות הטלוויזיה בכבלים – ׳כבלטקס׳ , גם דרך גלי רדיו – ׳רדיוויז׳ן׳, וגם באמצעות לוויני תקשורת.

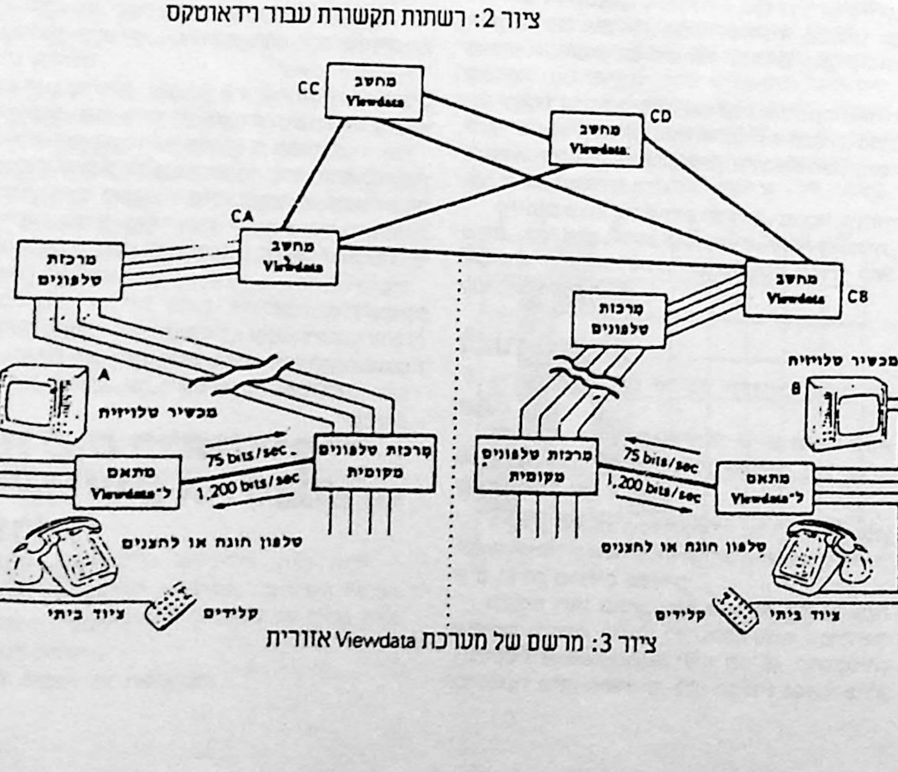
שימוש נרחב במחשבים אישיים, איפשר לפתח אמצעי תצוגה נוסף: מרקע המחשב. טכנולוגיה זאת היא ידידותית, דהיינו למשתמש קל לעבוד עם המחשב, והוא אינו צריך להיות בעל ידע במחשבים. הדבר משפיע על שיטות גישה למאגר מידע, לשיטת ׳האריזה׳ של המידע ולשיטת החלפת המסרים.

הוידאוטקס (ויט״ק) אינו רק טכנולוגיה להעברת מידע, אלא הוא יוצר חלון למגוון רחב של שירותים אופיינים לחברת מידע, שביניהם:

- איחזור מידע, כגון: חדשות, מזג אוויר, ספורט, פרסומות, ספרי הדרכה שונים וכו׳.
- פעולות מרחוק, כגון: בנקאות, קניות, אבטחת מקומות במטוסים או בהצגות וכו׳.
- העברת מסרים, כגון דואר־אלקטרוני.
- משחקים אינטראקטיביים.
- בקרה מרחוק, כגון בטיחות ואבטחת הבית וכו׳.

עלות השירות צריכה להיות נמוכה, כדי למשוך משתמשים פרטיים ומסחריים כאחד.

במקביל, ניתן להשתמש בוידאוטקס גם לצורכי שירותי מידע יקרים, עבור קבוצות סגורות של משתמשים המעוניינים לקבל מידע בזמן אמת. לדוגמא: בורסה, שער׳ מטבע חוץ, וכו׳.




ציור 3: מרשם של מערכת Viewdata אזורית

## מבנה מערכת וידאוטקס

ארבעה גורמים עיקריים משתתפים במערכת: המשתמש, הרשת, המידע – פרטי או ציבורי – ומפעיל הוידאוטקס.

המרכיבים הבסיסיים של מערכת וידאוטקס, מתוארים בציור מס׳ 1 .

עריכת דפי המידע נעשית ע״י הקלדתם וקליטתם במאגר מידע של מחשב המאפשר גישה מהירה ואיחזור מידע לפי סדר מסויים וחיוב בתשלום בהתאם.

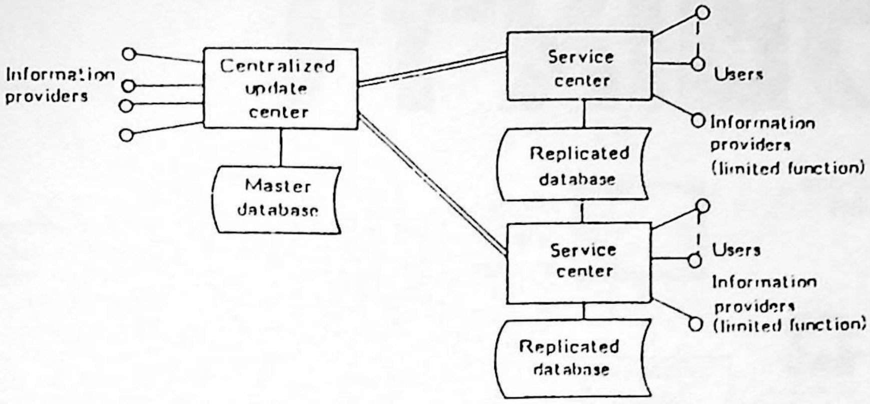
התווך לתמסורת בין המשתמש ומאגר המידע יכול להיות רשת הטלפון הציבורית, עם המודמים הנחוצים להמרת האותות מאנלוגי לספרתי לצורך תצוגתם, או רשת להעברת נתונים במיתוג מנות, או רשת טלויזיה בכבלים (טל״כ) או גלי רדיו (ציור מס׳ 2) דרכיווניים.

מקלט טלויזיה משוכלל מכיל מפענח שמתרגם את הנתונים ובונה מסך לתצוגה; המפענח יכול להיות כלול בשקע של האנטנה, או מחוייט ישירות במעגלי המקלט. המשתמש יכול לבחור את הדפים לתמסורת בעזרת שלט עם קלידים ממוספרים, או בעזרת אותיות על לוח המקשים, וגם לשלוח מסרים למחשב, למאגר מידע או לצג אחר.

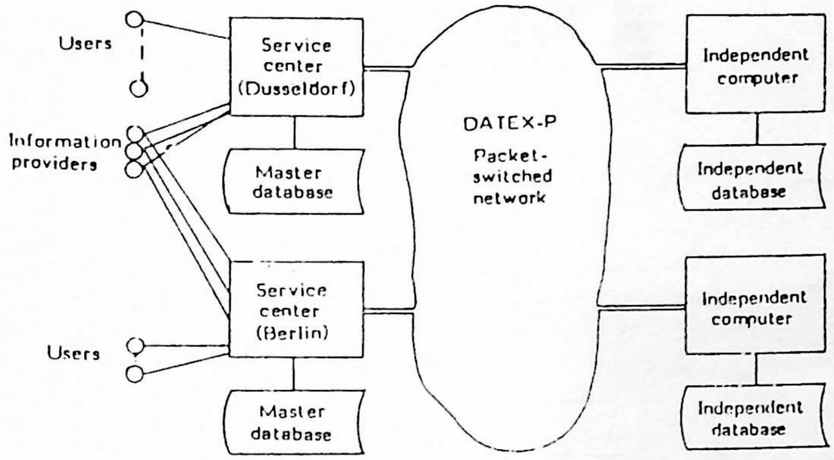
ברשת הטלפון, תמסורת הנתונים אל המשתמש מתבצעת בדרך כלל במהירות גבוהה יותר מהתמסורת אל המחשב (לדוגמא: 1200 סיביות/שנייה, לערמת 75 סיביות/שנייה מהמשתמש אל המחשב).

זמן הגישה למערכת תלוי במהירות העיבוד של המחשב וכמות המידע המועברת. כדי לאפשר גישה למחשבים שונים, קיימות רשתות תקשורת בין מחשבים (ציור מס׳ 3).

אבל קשר פיזי אינו מספיק, ויש צורך גם בקשר לוגי וסטנדרטים מתאימים או ממירים. ברחבי העולם קיימים פתרונות שונים של סטנדרטים וממירים לוידאוטקס.




ציור 4: סידור בסיס הנתונים עבור מערכת ׳פרסטל׳




ציור 5: סידור בסיס הנתונים עבור מערכת ׳בילדשירמטקסט׳

## התפתחות וסטנדרטים בוידאוטקס

סם פדידה (Sam Fedida) הוא מהנדס בריטי שהמציא את הוידאוטקס בשנת 1975, בעזרת הדואר הבריטי, ב־1976 פיתח ניסוי ציבורי ראשון, וב־1979 התחילה לעבוד המערכת המסחרית הראשונה בשם PRESTEL.

מאז התפתחו כמה סוגי מערכות וידאוטקס:

- מערכת ציבורית: מערכת המשרתת מנויים על בסיס תשלום.
- מערכת פרטית: מערכת של גוף מסויים לצרכים מסויימים, המשרתת רק מנויים מתוך אותו גוף, או לשכת שרות המספקת שירותים למנויים.
- קבוצה סגורה של משתמשים: קבוצות בעלות ענין משותף, אשר מקבלות מידע בתפוצה קבוצתית או מחזיקות בסיס מידע נפרד. המנוי יכול להיות על בסיס תשלום קבוע או תשלום מסויים, ותשלום נוסף בהתאם לשימוש.

בארצות אחדות (כגון אנגליה), הוידאוטקס התפתח בנפרד מהטלטקסט, אבל שיטת התצוגה זהה, ואילו באחרות (כמו צרפת וקנדה), המערכות התפתחו בשילוב של וידאוטקס וטלטקסט.

## הגורמים הבסיסיים המאפיינים את מבנה השרות:

1. ארגון המערכת
2. מאגרי המידע
3. רשתות תקשורת
4. מבנה התווים
5. ציוד הקצה של המשתמש
6. שיטת גישה למאגרי מידע
7. שיטות תשלום

### ארגון המערכת

ברוב המדינות, משרדי התקשורת הממשלתיים תומכים בפיתוח המערכות ואילו ספקי המידע הם גורמים פרטיים. זה המצב למשל באירופה ויפן. בקנדה שירות הוידאוטקס פותח ע״י חברת בל־קנדה וע״י חברות טלפון מקומיות. יש מקרים בהם שירות הוידאוטקס ניתן ע״י חברות טלויזיה בכבלים או חברות הנותנות גם טלויזיה בכבלים וגם שירות טלפון.

תפקיד מרכזי בפיתוח מערכת וידאוטקס מהווה מוקד התפעול, המוקד אחראי למינהל ובקרה, כולל סיסמאות לגישת המשתמשים, חיוב תשלום, מיספור מרכזי, מסרים וכו׳.

קיימים גם מרכזי שירות נפרדים – מרכזי איחזור מידע – כמו אלה הקיימים בגרמניה, קנדה ואנגליה, המאפשרים גישה לשירות הוידאוטקס בעזרת קשר למרכזת מקומית.

### מאגרי מידע:

עד היום קיימים שלושה הסדרים שונים של מאגרי מידע:

באנגליה, במערכת ׳פרסטל׳ קיים מאגר מידע מרכזי מעודכן, ומאגרי מידע משניים בכל מרכז שירות (ציור מס׳ 4).

היתרון הוא בצורתם האחידה של הנתונים, ולכן הגישה לנתונים אלה קלה; החיסרון הוא בכך שדרושים הרבה מרכזים משניים.

הכנסת רשת מיתוג־מנות ציבורית הביאה עמה שינויים בסידור, בדומה לשיטההגרמנית –׳בילדשירמטקסט׳ (Bildschinmtext) (ציור מס׳ 5), המתבססת על מאגרי מידע חיצוניים, ללא כפילות במאגר מידע מרכזי.

החיסרון בהסדר זה הוא בשיטת העדכון. אין עדכון מרכזי, וזה גורם לכך שכל ספק מידע צריך להכפיל בשתיים את תהליך העדכון לכל מאגר מידע, וזאת כדי לעקוב אחר העדכון.

הוידאוטקס הצרפתי, ה׳טלטל׳, מרחיב עוד יותר את ביזור מאגרי מידע: נותני השירות (הדואר, במקרה זה) לא מתחזקים מאגרי מידע והמנויים מחוברים למאגרי מידע מרוחקים, באמצעות רשת מיתוג־מנות ומרכזי איחזור מידע. ספקי המידע אחראיים על חיוב התשלום ועל שיטות גישה למאגרי המידע (ציור מס׳ 6).

### רשתות תקשורת

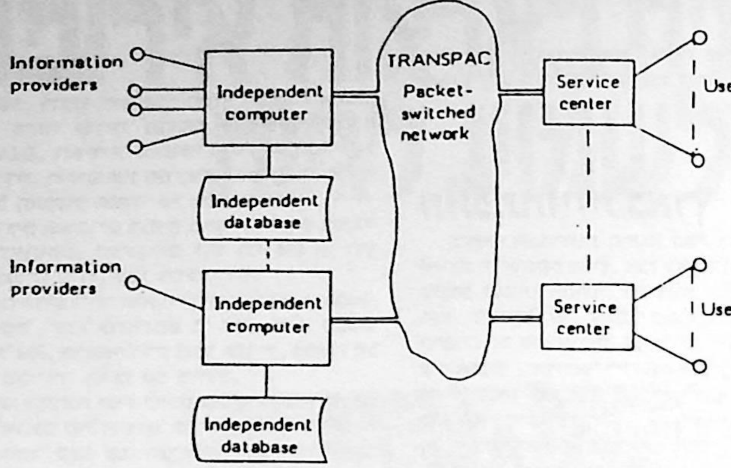
בדרך־כלל, מערכות הוידאוטקס מורכבות משלושה מרכיבי רשתות תקשורת: בין ספקי המידע אל מאגר מידע; בין מאגר מידע למרכז השירות או המפעיל ומכאן למשתמש.

המערכות הפועלות ברשת הטלפון מחברות את המשתמשים למרכז השירות, וזקוקות למודמים כדי להמיר את הנתונים הסיפרתיים לאנלוגים; מודמים אלה מעבירים נתונים אל המשתמש במהירות של 1200 סיביות/שנייה. הקשר שבין מרכזי השירות ומאגרי המידע נעשה דרך קווי נל״ן או מיתוג מנות, במהירויות גבוהות (עד 64 אלפי סיביות/שנייה).

### מבנה התווים

שני הארגונים הבין־לאומיים – ISO ו־CCITT – החליטו על קוד תמסורת ספרתי, ברשתות תקשורת ציבוריות, המורכב מ־7 סיביות. הקוד הזה מאפשר $2^7=128$ תווים, שמספיקים עבור כל האלף־בית האנגלי, תווי בקרה וכמה סימנים גרפיים.

כל מערכות הוידאוטקס משתמשות. בקוד זה (הידוע כ־ISO 646 או V.3 של CCITT).




ציור 6: סידור בסיס הנתונים עבור מערכת 'טלטל'

## ציוד הקצה

ציוד הקצה יכול להיות לשימוש ביתי או מסחרי. בשני המקרים הציוד מורכב מ־3 מרכיבים עיקריים:

**הקלט** – מסוגל לבחור את דפי המידע. מורכב בדרך־כלל מלוח מקשים המכיל מספרים, אותיות או שניהם ביחד, ובעזרתם אפשר לקבל את הדף הנבחר ממאגר המידע.

**המפענח** – הממיר והמרכיב את האותות הספרתיים לתצוגה חזותית. מכיל מעבד, זיכרון ומחולל תווים (יוצאת מן הכלל המערכת היפנית, שבה המחולל ממוקם אצל ספקי השירות). המפענח יכול להיות ממוקם מחוץ למקלט הטלויזיה מחוייט בתוך מקלט הטלויזיה, או מחובר לשקע של אנטנה RF (RF ANTENNA SOCKET). קיימים גם פתרונות שונים לשידור מקבילי או סידרתי; סינכרוני או א־סינכרוני.

**הצג** – המאפשר למשתמש לראות את המידע. הצג, יכול להיות מירקע סטנדרטי של טלויזיה (פרט לצרפתים, שלהם מסופון קטן MINITEL), צבעוני.

קיימות שלוש שיטות לבניית התמונה המופיעה על הצג:

א) אלפא־מוזאיק (ALPHAMOSAIC) – באנגליה וצרפת
ב) אלפא־גאומטרית (ALPHAGEOMETRIC) – בקנדה
ג) אלפא־פוטוגרפי (ALPHAPHOTOGRAPHIC) – בפיתוח

**בשיטת אלפא־מוזאיק**, כל מסגרת הצג מחולקת למלבנים; באירופה קיימות 24 שורות של 40 מלבנים. בכל מלבן מחולל אלפא־מוזאיק מייצר מטריצה של 8X10 אלמנטים (PIXEL – PICTURE ELEMENTS) עבור מידע אלפא־נומרי, ומטריצה של 3X2 עבור מידע גרפי, כך שמסך שלם אלפא־נומרי מכיל 76,800 אלמנטים, ועבור תצוגה גרפית 5,760 אלמנטים.

קיימות שיטות משופרות, הן לאבטחת מספר גדול של אותיות וסימנים לא סטנדרטיים (Down-Loaded Alphabets), והן ליצירת גרפיקה בדיוק יותר גבוה.

**השיטה האלפא־גיאומטרית**, מאפשרת מגוון שלם של רזולוציה (לדוגמה: 552, 625 או 1125 שורות למסך בהתאם לסטנדרט במקלט הטלויזיה: אמריקאי ואירופאי).

בשיטה זו משתמשים ב־Picture Desctiption – PDI Instruction כדי להגדיר את הצורות הבסיסיות: נקודה, קו, מרובע, חלק ממעגל, ומייצרים בעזרתם את הצורות הנדרשות לכל מסך, בין הצירים X-Y.

טיב התמונה תלוי ברמת הרזולוציה הנבחרת, לדוגמה: 256X256 או 512X512 או 1024X1024 אלמנטים, וזה משפיע על גודל הזיכרון הפנימי של המפענח ועל מחיר הציוד.

**אלפא־פוטוגרפי** היא שיטה שבעזרתה אפשר לקבל טיב תמונה דומה לזאת המתקבלת בשידור טלויזיה רגיל, אבל בשימוש בקווי טלפון.

בטכנולוגיה הקיימת ובמהירות של 1200 סיביות/שנייה אפשר להעביר דרך רשת הטלפון בתוך 60 שניות, את החלק התשיעי ממסך של תמונה העומדת להופיע על המרקע.

## שיטות גישה למאגרי מידע

שיטות אלה התפתחו מאז הופיעו המערכות הראשונות. בהתחלה היה חיפוש הירכי – שבעזרתו המשתמש היה מקבל תפריט (MENU) פשוט באמצעות קופסת המקשים; עתה המערכות נעשו מורכבות יותר ועשירות מידע. לפי הגישה העכשווית, לאחר שנוצר קשר טלפוני עבור וידאוטקס, המשתמש מקיש את מספר הזיהוי שלו, ואחר־כך מחפש בטבלאות את המידע הדרוש.

הולך ומתפשט שימוש במדריכים מודפסים כדי לעזור למשתמשי שירות הוידאוטקס למצוא ביתר קלות את דף המידע הדרוש (גרמניה, אנגליה וכו').

## שיטות תשלום

קיימות שיטות תשלום שונות. באירופה, לדוגמה, התשלום מורכב משלושה מרכיבים:

- תשלום עבור התחברות לרשת;
- תשלום עבור דף המידע;
- תשלום לפי מיקום גיאוגרפי (מקומי או מרוחק), עבור הקשר הטלפוני.

נוסף לכך, את המודם אפשר לשכור או לרכוש ביחד עם ציוד הקצה. (בשוודיה יש הצעה לתשלום לפי זמן הגישה ולא לפי דף).

## התפתחויות בעולם

קיימים בעולם ששה תקנים שונים לוידאוטקס:

1) PRESTEL – אנגליה; שיטת תצוגה: אלפא־מוזאיק; 8 צבעים.

2) TELETEL CNPS – צרפת; שיטת תצוגה: אלפא־מוזאיק ו־DRCS (מנגנון דינמי להגדרת תווים); 8 צבעים.

3) TELIDON CAPS – קנדה; שיטת תצוגה: אלפא־גיאומטרית ו־DRCS; 8 צבעים.

4) CAPTAIN – יפן; אלפא־פוטוגרפי; הכרחי בגלל מספר התווים הגבוה בשפה היפנית; איכות תמונת טלויזיה:

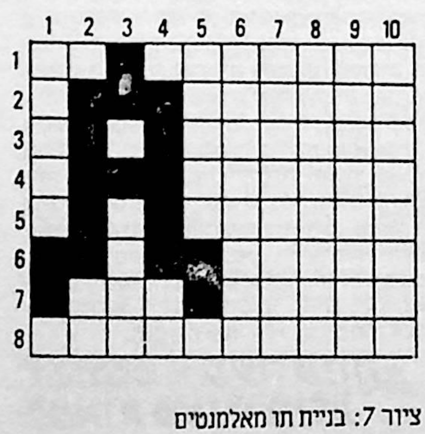
5) CEPT – אירופה; מהווה איחוד של PRESTEL ו־TELETEL ויש לו שיטות תצוגה: אלפא־מוזאיק ו־DRCS. אלפא־גאומטרי; אלפא־פוטוגני; 331 תווים ואינסוף צורות גרפיות.

6) NAPLPS – צפון אמריקה; שיטת תצוגה אלפא־גיאומטרית ו־DRCS; 16 צבעים.

ההבדלים שבין התקנים משפיעים על טיב התצוגה ועל המחיר. תקן PRESTEL לדוגמה, מאפשר גרפיקה מוגבלת ורק 8 צבעים, בו בזמן שתקן NAPLAPS, מאפשר גרפיקה באיכות גבוהה (טובה לפרסום לדוגמה) ו־16 צבעים בו זמנית.

לצורך שימושים טקסטואלים, כגון בנקאות, מספיקה טכנולוגיית PRESTEL; לצורך יישומים נרחבים יותר ומסחריים יותר, כגון פרסום, הגרפיקה והצבע האיכותיים חיוניים יותר, ואין ספק שטכנולוגיות NAPLPS או CEPT טובות יותר.

ההבדלים במחיר נובעים מן העובדה שהמפענחים של פרסטל לדוגמה, המשתמשים כבר בטכנולוגיית VLSI, זולים יותר מאלה שטרם הגיעו לשלב זה.




ציור 7: בניית תו מאלמנטים

בגלל הצורך להעביר מידע בין מערכות שונות, נעשו מאמצים ליצירת התאמה בין תקנים שונים. יפן פיתחה ממיר וידאוטקס בין ה־CAPTAIN שלה ו־NAPLPS, כך שכל ציוד קצה העובד בתקן של יפן, יכול להתחבר לשירות TELIDON הקנדי. הגרמנים פיתחו ממיר בין תקן CEPT לבין TELETEL, כך שמשתמשים מגרמניה יכולים לגשת למאגרי מידע צרפתיים.

גם בצרפת פיתחו ממירי תקן שבין TELETEL ל־PRESTEL האנגלי.

## כבלטקס

שרותי וידאוטקס אפשר להעביר גם דרך רשת הטלויזיה בכבלים, כשהיא דו־כיוונית ואינטראקטיבית, ואז שמה 'כבלטקס' (ציור מס' 8).

לצורך הפעלת מערכת כזאת, פותח ממיר שניתן למיעון (ADDRESSABLE CONVERTOR). אותות הטלויזיה מעורבלים במרכז ההפעלה של מערכת הטלויזיה בכבלים, ומערכת ממוחשבת מאפשרת זיהוי בתי־אב שיש להם אישור לפענח את האותות.

בהתחלה, ממירים אלה היו מיועדים לאפשר רק למנויי טלויזיה בתשלום לקבל תוכניות מסויימות. יותר מאוחר, התפקיד של הממירים התרחב גם לקבלת שירותי וידאוטקס והם גם מאפשרים חיוב המנוי.

כשמנוי מבקש מידע מסויים, המחשב המרכזי קולט את הבקשה ומעביר את המידע, לאחר שהבקרה נתנה אישור.

רשתות תקשורת מקומיות, שהן רשתות פרטיות להעברת נתונים (ודיבור, במקרים מסויימים), קשורות להתפתחות הטלויזיה בכבלים דו־כיווני ואינטראקטיבי. המנוי מתחבר לרשת זאת ומשדר מנות נתונים לכבל, בתוך הבניין או בין בניינים סמוכים שבהם שוכן מפעל. למרות שהכבל מאפשר מהירות העברת נתונים גבוהה מאוד (400 מליוני ביטים/שנייה), עלות ההתחברות של מנוי גדלה, אם המהירות גדלה.

רשתות תקשורת מקומיות בהעברת נתונים במנות נעשות יותר ויותר נפוצות לשירותי פנים של מפעל, בדומה למרכזיות הפרטיות (PBX) ברשת הטלפון.

התחזיות מראות שבעשור הקרוב, טלויזיה בכבלים תהיה תווך חשוב מאוד עבור שרותי וידאוטקס. (ציור מס' 9).

יותר מזה, רוחב־פס גדול מאוד, בעיקר עם הכנסת הסיבים האופטיים, יאפשר להעביר תמונות נעות בטיב של טלויזיה משודרת.

# רדיוטקס

בצרפת, רוסון דימיטרי ברנוף (Rossine Dimitri Branoff) פיתח שירות מבוסס וידאוטקס הנקרא IMAGE FM. השירות מאפשר ניהול אוטומטי של שידורי רדיו, רישום זמן השימוש למטרות מסחריות ומקל על התפעול הטכני של רשת הרדיו.

הנתונים מעובדים בעזרת מיקרומחשבים בטכני־קת הוידאוטקס, ומועברים דרך גלי FM או דרך הלווין באותו ערוץ, כמו צלילי רדיו.

יישום חדיש יותר הוא ה'רדירויז'ן' (radiovision), ה'רדיוטקס'. יוכל להשתמש בו מנוי שבידו מכשיר רדיו רגיל FM, או אפילו רק בורר תדרים, מפענח זול ומכשיר טלויזיה או צג של מחשב.

טכנאי התחנה יכול לתכנן מלים או תמונות עם מוזיקה או עם קול ונוצרת תחושה של תנועה, כיוון שהם באותו קצב עם הצלילים. בזמן שהתמונה בכללותה לא נעה, פריטים שונים, כגון עיניים, יכולים לנוע.

שירות זה אמור להיכנס בסוף השנה, ויתן מימד חדש לסרטונים מוזיקליים ופרסומת מסחרית. המשתמשים יוכלו לקרוא את השירים על המרקע, ולפעמים לקבל גם תרגום.

הטכניקה הזאת מאפשרת לקבל מידע על קלטות שהוקלטו לאחרונה, מספרי טלפון, כרטיסים לקונצרטים וכו'.

צופים שבצרפת, שירות הרדיוטקס יצליח, מכיוון שיותר מ־2 מליון מכשירי וידאוטקס קטנים (Minitel) כבר נמצאים בשימוש ביתי (פעולה מסובסדת ע"י הדואר הצרפתי).

# וידאוטקס (VTX) ופרוטוקולי תקשורת

כפי שכבר צויין, שירות הוידאוטקס מבוסס על שימוש במרכיבים קיימים: ציוד הקצה אצל המש־תמש, תקשורת, מאגר מידע במחשב, וציוד קצה של ספקי המידע.

כדי שכל המרכיבים יוכלו לעבוד ביחד, יש צורך בתקינה. התקינה יכולה להיות מיוחדת למערכת מסויימת (intrasystem), או כללית בין מערכות שונות (intersysems).

מכון תקינה אמריקאי (ANSI) ומכון תקינה בי"ל (ISO) פיתחו מודל עבור קשר בין מחשבים. המודל הזה מורכב מ־7 רמות תפעוליות עצמאיות של תקנים. כל רמה מורכבת ממספר פרוטוקולים מוסכ־מים, המבצעים פעולה אחת מוגדרת היטב.

רמות 1–4 מהוות תקני תמסורת המידע שבין מאגר המידע במחשב וציוד הקצה של המשתמש. הן שייכות בדרך־כלל לספקי רשת, ושונות בהתאם לת־ווך: טלפון, שידורי רדיו או טלויזיה בכבלים.

רמות 5 ו־6, הן רמות הדו־שיח, לקידוד ותצוגת המידע, ומיועדות לוועידות ותצוגה. רמה 6 היא הרמה הרלבנטית בנושא הפרוטוקול או התקן של וידאוטקס, והיא הקובעת את צורת התצוגה והתמסורת של הנתונים: שכלולים, מאפייני תצוגה וגרפיים, כמות השגיאות, מהירות תמסורת הנת־ונים, מסגרות תמסורת קבועות או משתנות וכו'.

רמה 7 היא התקן היישומי, דהיינו סוג השירות המבוצע. היא מגדירה צורה שבה המשתמש מקבל את שירות הוידאוטקס (VTX) ובתוכו נמצאת הבק־רה (כדי לבטל מידע לא רצוי), בחירת מידע מסויים, איחזור מידע, בחירת צורת התצוגה (20 או 24 שורות, 40 טורים או פחות), וכו'.

תקנים בין־לאומיים עדיין לא קיימים, למרות שבארצות שונות יש תקנים מוסכמים. ארגון CCITT המליץ על כמה תקנים כגון: S.100 עבור וידאוטקס בי"ל, להחלפת מידע בין־לאומי; F.300 המכתיב את צורת תצוגת המידע ושיטות קידוד.

קיים גם תקן אירופאי CEPT, המוסכם על 26 ארצות, אבל הוא אינו מתאים לגמרי לתקן האמריק־אי ברמת התצוגה (רמה 6).

נראה שבסופו של דבר התקן יתחשב בפתרונות של שני התקנים – האירופאי והאמריקאי. ההחלטה חשובה בעיקר עבור רמות 5–7 של מודל OSI, כיוון שרמות 1–4 בדרך כלל שקופות למשתמש.

# התפתחויות בארץ

בשנים האחרונות התנסו כמה חברות בפיתוח שירות וידאוטקס בארץ, אבל לא כולן המשיכו בגלל סיבות שונות: תחרות, השקעות, כח אדם מיומן ועוד. לדוגמא, חב' 'אלנט' שהוקמה בארץ ב־1984 כחברה בת של 'אלביט' מחשבים, ואחר־כך נרכשה ע"י 'אלביט', 'תדיראן' ו'ידיעות אחרונות' כדי לשווק מידע מקוון למנויים. החברה רכשה מחשב טנדם המותקן במרכז החברה בת"א ופיתחה שירות מבוסס על תקני וידאוטקס למיניהם (CEPT, TEL, PRES-TEL), וכן בפרוטוקולי ASCII שונים.

לאחר שנתיים, החברה נרכשה ע"י חברת 'עורק' רשת־זהב, שהתמחתה בשירות דאר אלקטרוני ואיח־זור מידע ממאגרי מידע בין־לאומיים וארציים.

בשני המקרים, המחשבים של שתי החברות האלה (המחשב של חב 'אלנט' לשעבר, הועבר סמוך למחשב של חב' 'עורק') משמשים כמחשבי מעבר בין מאגרי המידע והמשתמשים.

כהצלחה מסויימת בתחום הוידאוטקס אפשר להזכיר את בנק המזרחי: לקוחות של הבנק יכולים לנהל את חשבונותיהם בבתי עסק ובבתיהם, בהתקשרות אל מערכות המידע של הבנק ע"י מסופי וידאוטקס או כל מיקרו מחשב שמקובל בשוק.

ההתקשרות למערכת היא בשיטת PRESTEL (בריטית) ובתקשורת אסינכרונית; המסופים למי־נהם – פי.סי. יבמ ותואמים, מסופי טלקס, מחשב של הלקוח, וכו' – מתחברים למערכת ולמחשב יבמ SERIES 1.

גם בנקים אחרים הפעילו מערכת מידע בשיטת וידאוטקס למספר לקוחות הבנק. בעזרת שירות זה הלקוח יכול לקבל מידע כגון: עו"ש, ני"ע, מט"ח, חסכונות, מידע פיננסי כללי על מצב השוק הפיננסי, ועוד.

התקשורת וקבלת המידע כוללות תקשורת בין מחשבים, אספקת מידע למחשבים אישיים הפועלים מקוון או לא־מקוון ישירות למחשבי הבנק, וכן תקשורת למסכי טלויזיה ביתיים או משרדיים ותקשורת עם מחשבי כיס ניידים. התקשורת מבוצעת בקוי נל"ן, בקווי חיוג ישיר או דרך רשת 'ישראנת'.

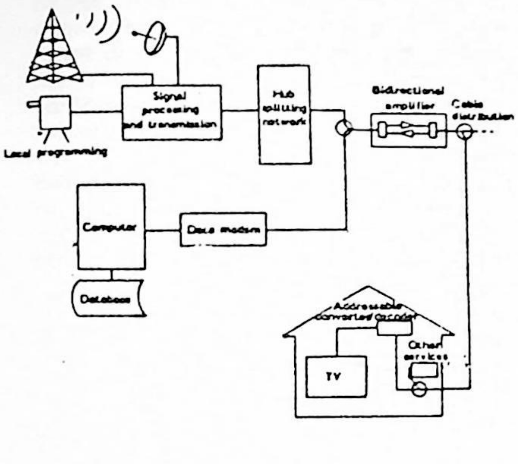
שירותי וידאוטקס צמודים לשירותי מידע מקו־ונים שונים, כגון מידע על מכרזי ממשלת ארה"ב שמפעילה 'עורק רשת־זהב'. שירות זה חוסך למנויים המתנה של 31 יום עד לפרסומם, כיון שניתן להזמין מידע על פרטי המכרז באמצעות דואר אלקטרוני, ולא דרך דואר רגיל.

עורק רשת־זהב מפעילה גם שירות בינלאומי של מיקרופילמים אקדמאים (כתבי־עת בתחומי מדע, טכנולוגיה, חקלאות, מסחר, כלכלה, הנדסה, רפו־אה), ומאגר המשרד ליחסים לאומיים (כתבי עת בנושאי משפט, עבודה, עסקים, בטיחות, מיסים).

חברת NCC מפעילה מערכת תצוגת מידע בפרוטו־קול הוידאוטקס PRESTEL בנמל התעופה בן־גוריון. באולם הנוסעים הנכנסים מותקנים מסופים צבעו־ניים המציגים מידע מפורט לזיהוי הטיסה שמזוודות נוסעיה נמצאות על המסוע. אם חלו שיבושים בהגעת המזוודות, המערכת מציגה הודעות מתאימות להכ־וונת הנוסעים. איכות התצוגה והציוד מאפשרים להציג הודעות במגוון צבעים, בשילוב גרפיקה ויצירת סמלים והודעות לאירועים מיוחדים. מחשב המע־רכת הוא מסוג יבמ פי.סי., וייחודה של המערכת במידע המפורט הכולל מסלול הטיסה טרם הגעתה לארץ.

# EASYNET – גישה נוחה למאות מאגרי מידע

כדי להגיע בקלות למאגרי מידע שונים בעלי שפה שונה (קודים שונים), טכניקות חיפוש שונות, פקו־




ציור 8: כבלטקס – טלויזיה בכבלים דו־כיוונית

דות ופרוצדורות מיוחדות, קיים פתרון: EASYNET.

EASYNET הוא שירות שנוסף לדרישות המוזכ־רות לעיל, מאפשר לדלות מתוך המאגר שבו נמצאים את המידע המבוקש (ורק אותו). כמו־כן מתבצע חיפוש של המידע הנמצא בכמה מאגרי מידע,ונבחן הפריט המבוקש.

השירות הזה, מהווה פרוזדור (GATEWAY) אל מרכזי מידע (כ־1000 מאגרים הנמצאים במרכזי מידע המובילים בעולם, כגון: DIALOG, NEWSNET).

ESAYNET, חוסך בצורך לרכוש זהות (ID) וסיס־מה לכל שירות מידע ו/או מאגר מידע דרוש, מפני שלכל מנוי יש קודים ייחודים. בעזרת מלת מפתח שהלקוח צריך להקיש, מתבצע חיפוש של מאגר המידע המתאים.

הקשר בין המשתמש ומאגרי המידע עובר דרך רשת התקשורת הציבורית, מגיע למחשב חב' 'עורק'

(המשווקת את השירות ביחד עם חב' 'טלדן') וה־EASYNET, מגיע דרך הפרוזדור למאגרי מידע שונים שמחוברים גם הם לפרוזדור.

# לסיכום

ההתעניינות בשירותי וידאוטקס בפרט ושרותי מידע אלקטרונים מקוונים בכלל, הולכת וגדלה.

חברות נוספות כמו חב' 'בזק', עושות ניסיונות ומחפשות פתרונות יעילים, במטרה שהוידאוטקס יהיה המפתח ל'עולם ללא גבולות'.

# קיצורים

CAPTAIN - CHARACTER AND PATTERN TELEPHONE ACCESS INFORMATION NETWORK SYSTEM

NAPLPS - THE NORTH AMERICAN PRESENTATION LEVEL PROTOCOL SYNTAX

CEPT - EUROPEAN CONFERENCE OF POSTAL AND TELECOM AUTHOTITIES

■

# תקשורת מודרנית בארצות אירופה: לראות, לשמוע, לגעת

החידושים המעודדים מצביעים על עידן מודרני, בו קבלת והעברת המידע תופסים מקום שאת חשיבותם ניתן להשוות למקורות חיוניים אחרים של קיום החברה המודרנית, כמו: אנרגיה, חומרי גלם וכו׳. ההתפתחות מתאפשרת בזכות שילוב בין שני סוגי הטכנולוגיות: מחשבים ותקשורת. ההבדלים ביניהם הולכים ומיטשטשים והשילוב המושלם, יוביל למערכות תקשורת יותר יעילות, ותכמות יותר.



סיפורי סבתא – באמצעות טלפון וידיאו – התמונה מלווה את הדיבור.

בשובי מהשתלמות מקצועית במספר ארצות אירופה, מצאתי לנכון להציג כמה מהחידושים בתקשורת הנמצאים בהשג יד.
החידושים מעוררים התעניינות, בעיקר בשל התפתחויות המתרחשות לאחרונה גם בארץ, ביניהן הכנסת הטלויזיה בכבלים ולווינים בעתיד הקרוב, והפעילות הנמרצת של ׳בזק׳ ורשות הדואר, כספקי שרותים אלקטרוניים, וכן חברות תקשורת אחרות, פרטיות או ממשלתיות.

## מה קורה באנגליה

בלונדון, תושבי אזור CITY OF WESTMINSTER, יכולים ליהנות משירותי רשת הטלויזיה בכבלים המתקדמת ביותר בעולם, (לדעתם של מעבדות המחקר של הבריטיש טלקום).
התושבים המחוברים לרשת הטל״כ (טלויזיה בכבלים), יכולים לקלוט 20 ערוצים, שאת חלקם ניתן לקלוט 24 שעות ביממה. בין הערוצים, בנוסף לארבעת הערוצים הקיימים (BBC1, BBC2, ITV; CHANNEL 4) המנוי יכול לגשת לערוצים נוספים, כגון: אומנות, התרחשויות בבית הלורדים, ערוץ לחיי משפחה, ערוץ בשפה הצרפתית (המעביר שידורים נבחרים מהתוכניות של רשות השידור הצרפתית), חדשות מרחבי העולם, אותם מעבירה חברת רויטרס ישירות למרקע הטלביזה, שעתיים של תוכניות שארה״ב משדרת במיוחד עבור אירופה, סרטים קלאסיים, סרטים חדשים, ערוץ לילדים, ערוץ ספורט, MUSIC BOX וכו׳.
המנויים יכולים להתקשר באופן מילולי, באמצעות מקלט הטלויזיה הרגיל, ולקבל מידע בתחומים שונים כגון: חדשות מקומיות, מדריך תוכניות, מידע של הקהילה המקומית, גן החיות, תחזית מזג האוויר, וכו׳, הכל בלחיצת אצבע.
צורה זו של ׳אינטראקטיביות׳ מייחדת את רשת הכבלים של ווסטמינסטר, מיתר רשתות הטל״כ האחרות. ללא תוספת ציוד בבית המנוי, מקלט הטלויזיה הרגיל הופך למסוף מידע.
הרשת, מתחברת לבסיסי נתונים טקסטואליים שונים, למערכת הוידאוטקסט האנגלי ׳פרסטל׳ ל־פוטו־וידאוטקס – . תמונות פוטוגרפיות מאוכסנות במחשב – ספריות וידאו, וידאו טלפוני, ועידות וידאו המאפשרים לאנשי עסקים שבתוך ווסטמיסטר, גישה נוחה וזולה להתקשרות פנים־אל פנים.
תושבי האיזור שברשת טל״כ, נמצאים במצב זכות־יתר, כיוון שהם משוחררים מהמגבלות של רשת הטלפון, ובקרוב לכל אחד יהיה צינור רחב־סרט, (WIDEBAND PIPE) המאפשר שירותים שלובים.
אם היו נחוצות כ־90 שנה, כדי שהטלפון יגיע כמעט לכל בית, קיימות תקוות שבזמן קצר בהרבה התמונות ילוו את הדיבור.
כדי לנהל את מערכת טל״כ, מפעילי הרשת משתמשים בחבילת תוכנה, המכילה מידע חשוב על פעולה תקינה של המערכת, מיחשוב המשרדים, זרימת המידע לכל רמות ניהול המערכת בצורה שוטפת, שירות ללקוחות, חשבונות, טלויזיה בכבלים בתשלום (PAY-PER-VIEW), טלביזיה באמצעות לווין, שירותים אינטראקטיביים, אדמינסטרציה, וכו׳.
למערכת מובטחת סודיות והיא משתמשת בסיסמה אישית, כמו־כן, יש לה אפשרות לגדול ולהתפתח. בבסיס הנתונים של המערכת, נמצאים נתונים כגון: מספר הבתים, חשבון למנוי עם פרטי התשלום, התקנה, תוכניות, ציוד הלקוח, אחזקת המערכת, שינויים, מידע סטטיסטי על מכירות, הזמנות, מצב הערוצים, וכו׳.
שיטת התשלום היא פשוטה, ואוטומטית, בעזרת שיקים, כסף מזומן או כרטיסי אשראי; אפשר לאתר בקלות את המאחרים בתשלום: בעזרת חומרה ותוכנה מתאימה, נשלחים למרכזי מיתוג או לציוד אצל הלקוח, רק התוכניות המוזמנות ע״י המינוי, שעבורו שילמו. כך בסיס נתונים אחד ויחיד יכול לשלוט על כל המערכת, והמנוי מקבל רק את השירות שעבורו שילם.

## חידושים בצרפת

טלויזה בכבלים TV CABLE התחילה לפעול בפריס החל מ־1986 ובערים בולון, לבאלואה ונילי בשנת 1987. מתוכנן שבשנת 1992 תהיה כל פריס מרושתת (CABLED), ושלושת הערים האחרות ירושתו כבר בשנת 1989.

באמצעות הטל״כ, משדרים 17 ערוצים (כלומר 11 ערוצים נוספים ל־6 הערוצים הלאומיים של צרפת). בין הערוצים קיים ערוץ מיוחד לילדים (בביצוע הילדים), ערוצי מוזיקה, ערוצי מידע הפועלים 24 שעות ביממה, ערוצי תוכניות מקומיות, ספורט, שידור ישיר של ארועים חשובים, קונצרטים, אופרה וכו׳.

כדי לחבר את מקלט הטלויזיה, יש צורך בשקע יחיד, כמו עבור מכשיר טלפון, המותקן ע״י מפעילי הטל״כ. אין צורך בהחלפת מקלט הטלויזיה כדי לקלוט את 17 הערוצים. אם המקלט הוא מדגם ישן, ניתן בעזרת SELECTOR להתאימו לבקרה מרחוק של הערוצים. (התשלום החודשי הוא כ־25$ ודמי התקנה הם כ־33$).

עבור התוכניות המוצפנות (SCRAMBLED) יש צורך בדקודרים (DECODERS) כדי לצפות בתוכניות הרצויות והתוכניות בתשלום (PAY-TV) אצל המנוי. לדוגמה, חברה־בת של ׳פיליפס׳ מייצרת בצרפת דקודרים שנרכשו, באירופה בלבד ע״י כ־2 מיליון מנויים, כדי שיוכלו לקלוט את התוכניות המעניינות אותם – את הערוץ הלאומי בצרפת, טל״כ, או לוויני טלויזיה, וכו׳.

לפעמים מספיק שרק חלק מהשמע יהיה משובש, כדי שהמנוי לא יהיה מסוגל לשמוע, אבל חלק מהצפיה נשאר ללא שינוי. כך מושכים את תשומת לבו של המנוי לתוכנית.

בין המוצרים נמצא דקודר־בורר – (SELECTOR DESCRAMBLES), שבעזרתו ניתן לבחור ערוצים בתדרים גבוהים , גבוהים מאד ומיוחדים (UHF/VHF/S), ובעל אפשרות קליטת שמע מונו, סטריאו ושפה שניה, עם זכרון שבתוכו ניתן לאחסן 50 תוכניות, המשתמש בעיבוד סיפרתי של אותות הוידאו, ודקודר עבור שני אותות שמע. כמו־כן הם תואמים לשיטות הטלביזיה PAL/SECAM (האירופאית) וניתן להתאימם גם ל־NTSC (האמריקאית).

החברה פיתחה גם תוכנה מתאימה כדי לנהל את התוכניות המוצפנות. ההצפנה (או השיבוש) יכולים להתבצע בעזרת צופן אחד עבור תמונות ושמע (מונו או סטריאו), או שהצופן יכול להיות מתוכנת ידנית, ללא צורך בציוד נוסף. אפשרי גם צופן עצמאי (STAND-ALONE) עם קופסאת קלידים בו בזמן שהשליטה מרחוק, זקוקה למחשב. כשמשתמשים בקבוצות, מספר צופנים יכולים להתחבר למחשב דרך קו תקשורת אחיד.

התוכנה מנהלת את בסיס הנתונים של המנויים, הדקודרים, ומבצעת שינויים בפרמטרים כגון: הרשמת מנויים חדשים, ביטול מנויים, חידוש מנויים, מכתבים סטנדרטים המכילים את קוד המנוי, חישוב הקודרים והדקודרים, שינויים בנתונים של המנוי, בסיס נתונים על דקודרים, נתונים סטטיסטיים וכו׳.

כדי לנהל כ־5000 מנויים לדוגמה, אפשר להשתמש במחשב אישי PC או תואם, עם יחידת עיבוד מרכזית של 640 ק״ב ועם דיסק קשיח של 10 מ״ב.

כניסתה של הטלויזיה לעידן החדש היא תוצאה של הטכנולוגיות החדישות והדרישות המורכבות יותר מצד המשתמשים.

רשתות הטלויזיה שהיו מיועדות רק לשימוש מצומצם, כבר אינן מספיקות. הרשתות מרחיבות את פעולתן, וכדי לממן את הוצאותיהן ההולכות וגדלות לצורך שיפור וגיוון התוכניות, יש צורך בהכנסת הטלויזיה בתשלום – PAY-TV, PAY-PER-VIEW, CABLE-PAY. במקביל יש צורך בניהול קפדני של גישת המנויים לתוכניות: זמן, טיב, קוד, וכו׳.

## ומה מתרחש באוסטריה

אינסברוק חגגה לפני שנה 10 שנים להקמת רשת הטל״כ בכפר האולימפי שליד העיר. תחילתה של הרשת היתה בתוכניות המשודרות מהכפר האולימפי, שתי תוכניות של הרשת האוסטרית ושלוש תוכניות הנקלטות מגרמניה.

כיום מעבירים תוכניות גם מאנגליה (SKY), משוויץ (SRG), מצרפת (TV5), מלוקסמבורג (RTL PLUS) וכמו־כן, מגרמניה גם בערוצי טלויזיה לוינית (SAT1, 3-SAT), חדשות (INFO), בסה״כ 12 ערוצים, וכן ממשיכים להתפתח ל־18 ערוצי טלויזיה ו־20 ערוצי רדיו.

בנוסף לשידורים של תוכניות טלויזיה, מועברים גם טלטקסט גרמני, אוסטרי ואנגלי, ושידורי שמע סטריאו (דרך שני ערוצי רדיו).

הרשת מחברת כ־12,000 בתי־אב.

לצורך שירות לקהל, משרד עסקי פתוח בכל ימות השבוע.

## מה קורה בגרמניה?

בין החידושים בתחום התקשורת, מציגה חברת ׳סימנס׳, לדוגמה, במוזיאון במינכן, מערכת תקשורת ספרתית לשירותים משולבים (ISDN), שבעזרתה ניתן להעביר בו־זמנית, תמונות, דיבור ונתונים.

התקשורת, מבוססת על קווים פיזיים (מתכת, וסיבים אופטיים), לוויני תקשורת, תקשורת דרך מיקרו־גל וכו׳.

החידושים המעודדים מצביעים על עידן מודרני, בו קבלת והעברת המידע, תופסים מקום שאת חשיבותם ניתן להשוות למקורות חיוניים אחרים של קיום החברה המודרנית, כמו: אנרגיה, חומרי גלים, וכו׳.

ההתפתחות מתאפשרת בזכות שילוב בין שני סוגי הטכנולוגיות: מחשבים ותקשורת. ההבדלים ביניהם הולכים ומיטשטשים והשילוב המושלם, יוביל למערכות תקשורת יותר יעילות, וחכמות יותר.

שילוב זה מצריך שינויים באסטרטגיה התעשייתית בתקשורת בכל העולם.

חברות ענק כמו: יבמ, AT&T, סימנס, NEC היפנית, נלחמות כדי לשלוט בשוק העולמי בעשור הבא, ואפילו במאה הבאה.

# התיקשוב העיסקי - שילוב מערכות ושירותים

**"מצפים שבעשור הבא, מחזור העיסקאות של תעשיית התיקשוב (תקשורת מחשבים) יהיה גדול יותר מהמחזור הכולל של תעשיית המכוניות, הפלדה והדלק גם יחד" (רשת מחשבים גיליון 109, 18.12.1989). מה מקור התחזיות למחזור עיסקי כזה, מה הם המניעים המובילים? במאמר זה מספר הסברים לכך, הכוללים בירור מונחים, היבטים טכנולוגיים, דוגמאות של שימוש בתיקשוב בסביבה עיסקית, והתייחסות לכוחות שמאחורי ההתפתחות לעתיד.**

התיקשוב היא טכנולוגיית כלאיים (HYBRID), המשלבת תיקשורת אלקטרונית ומחשבים. תיקשוב היא תקשורת מודרנית שהתפתחה כדי לספק את דרישות עידן המידע. היא עצמה מבוססת יותר ויותר על מידע, וצועדת לקראת מערכות מבוססות בינה־מלאכותית – התפתחות מרחיקת לכת היום בתחום המידע.

בעסקים, בנייתם של רשתות תיקשוב היא חיונית להישרדות בתחרות לכלכלת מידע. התיקשוב מהווה מפתח להצלחת עסקי שרותים וגם בייצור.

המונח תיקשוב נכנס לשימוש בארץ, לאחר שהתקיימה וועדת היגוי לתיקשוב, שמונתה ב־1983 על־ידי משרד התקשורת ומשרד המדע והפיתוח (בראשה עמד ד"ר יהודה קלע, המדען הראשי לשעבר במשרד התקשורת, כן השתתפה בעבודות תת־הוועדה לתשתית תקשורת כותבת המאמר). הוועדה הגישה את הדו"ח המסכם בפברואר 1986.

במונח תיקשוב כלולים רשתות תקשורת סיפרתיות לשרותים משולבים: דיבור, נתונים, ווידאו. מה שידוע היום כרשתות I(B)SDN (INTEGRATED BRODBAND SERVICES DIGITAL NETWORKS).

לראשונה כשהופיעה טכנולוגיית התיקשוב היא נקראה COMPUTER NETWORKS או COMPUNICATIONS. ב־1978, בצרפת, הופיע השם TELEMATIC בדו"ח על L'IMFORMATISATION DE LA SOCIETE ומכאן המונח באירופה, שבשאר המדינות ידוע בשם טלמטיקה.

## שלבי ההתפתחות בתיקשוב

ניתן למצוא את תחילת התקשורת האלקטרונית כבר בתקופת הופעת הטלגרף (מורסה 1866–1838). בסוף המאה ה־19, AT&T בנתה את רשת הטלפונים הלאומית הראשונה, כפי שחלם עליה גרהם בל, ונוצר שירות קצה־לקצה שהפך לשיטת עבודה עבור העסקים, וכמובן גם לשימוש הפרטי.

התיקשוב העיסקי נולד כשהמחשבים הגדולים והקטנים הפכו להיות נפוצים בשנת 1960, ועידן המידע התחיל לזרוח. כפי שגדל מספר עובדי הצוארון־הלבן, ועובדי המשרדים נכנסו יותר ויותר לשימוש במעבדי תמלילים, מחשבים זעירים וציוד קצה שונה, מבוסס מיקרו מעבדים. השימוש בציוד כזה נכנס גם למפעלים, והוא מסייע כיום לייצור, לניהול מפעלים וחברות, בהתאם לגידול בתיחכום של העסקים. הצטרפות רשתות התקשורת למערך, איפשרה יצירת קשר בין מחשבי השולחן בינם לבין עצמם, ובינם לבין מאגרי מידע השונים.

בתוספת אינטליגנציה מבוססת מחשבים לרשתות תקשורת, התפתח טווח רחב של קיבולת להעברת מידע.

יצויין, כי במאמר זה, לראשונה המחברת יוצרת את המושג 'רשת תיקשוב' – (TELEMATIC NETWORKS) – כמי שתאפשר שילוב מלא של שרותי תקשורת מלאים: דיבור, נתונים, תמונות, דרך רשתות סיפרתיות משולבות מבוססות מחשב.

ניתן להשוות את רשתות התיקשוב למערכת העצבים של המיפעלים או המשרדים. ערוצי התקשורת, בדומה למערכת העצבים הרגישה, מובילים את המידע הדרוש למקום המתאים, בזמן המתאים. עובדי הצוארון הלבן ועובדי המידע (KNOWLEDGE WORKERS), המהווים את המוח של הארגון, נעזרים במידע, והופכים אותו לאינטליגנציה עיסקית. כך הם מאפשרים לארגון להתאים את עצמו לדרישות המשתנות, גם בתוך הארגון וגם מחוצה לו.

כבר מהעשור שהחל ב־1980, מיסוד רשתות תיקשוב יעילות להעברת נתונים, דיבור ותמונות בתוך הארגון, בין חלקים מבוזרים שונים של אותו הארגון, ובין הארגון והעולם החיצוני, הפך לאסטרטגיה הכרחית. עבור עסק טיפוסי, רשת סיפרתית כזאת תהיה מורכבת מתקשורת מהירה מאוד בתוך הארגון, בין אם חלקי הארגון נמצאים באותה סביבה גאורגרפית, או במרחקים. במקרה האחרון, הקשר יהיה באמצעות רשת ציבורית, כמו רשת טלפון, או באמצעות רשתות להעברת נתונים, כמו רשת ישראנט וסיפרנת (בארץ), העברת נתונים באמצעות לווין תקשורת, טלויזיה בכבלים, רדיו סלולרי ('פלא־פון') וכו'.

התיקשוב מאפשר תהליך של דיגיטליזציה עבור נתונים, תמונות ודיבור, כלומר, הפיכתם לפולסים סיפרתיים, ושילובם דרך תווך תקשורת משותף ומבוקר מחשב.



דוגמא של קנייה ממוחשבת ביתית באנגליה.

היכולת הזאת להעביר בצורה סיפרתית שידור וקליטה של פולסים מקודדים, המיוצרים והמבוקרים על־ידי מחשבים, דרך תווך במבנה שונה (כבלי מתכת, סיבים אופטיים, לווין תקשורת, מיקרו־גלים), מאפשר לייעל את ביצועי התיקשורת כמו: מהירות, אמינות, זמינות, בטיחות, עלות וכדומה, לעומת הרשתות האנלוגיות המיושנות.

התפתחות התיקשוב יכולה להיות בכמה גישות.

- התפתחות מרשתות טלפון אנלוגיות קיימות;
- בניית רשתות־על חדישות;
- שילוב של שתי הגישות;
- בניית 'איי' רשתות סיפרתיות לשרותים שלובים באופן הדרגתי וחיבורן.

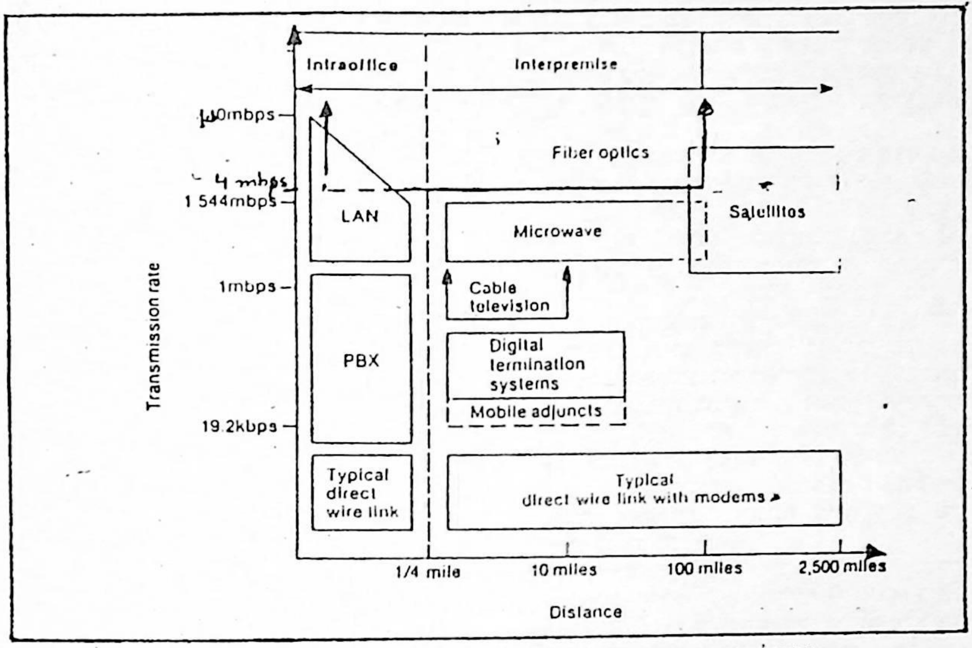
העברה לרשתות תיקשוב סיפרתיות לשירותים משולבים אפשרית במספר שלבים:

- בשלב הראשון אפשרי שימוש ברשת הטלפון האנלוגית, המאפשרת העברת דיבור נתונים במהירות נמוכה. במקרה זה הקשר בין המחשבים נעשה באמצעות מודמים MODULATOR/DEMODULATOR בשתי נקודות הקצה של קו הטלפון האנלוגי. צופים שהשלב הזה ייגמר כנראה באמצע העשור 1990.
- השלב השני מכיל ציוד סיפרתי עבור תמסורת ועבור ציוד קצה.

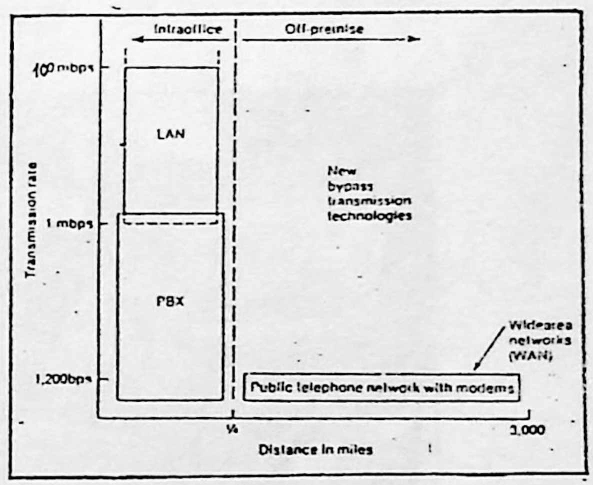
בשלב זה, רשתות תיקשורת ציבוריות מתבססות על מרכזיות סיפרתיות מבוססות מחשבים, קווי מתכת, סיבים אופטיים, לוויני תקשורת, טלויזיה בכבלים, קשר מיקרו־גל

אם לסכם, השלב השני של התיקשוב מהווה הופעה ראשונה של תמסורת סיפרתית קצה־לקצה דרך תווך, בקיבולות גדולות ובמבנה שונה, המקשר ציוד־קצה ממוחשב (COMPUTERIZED), המסוגל להפוך לפולסים סיפרתיים מידע כמו דיבור, נתונים, תמונות (סטטיסיות או נעות במהירות נמוכה).

טלפון סלולרי (בארץ ידוע בשם המסחרי פלא־פון), מיקרו־גל לשימוש פרטי, וכדומה).
טכניקת העקיפה (BY PASSING) ידועה גם בשם 'הטכנולוגיה המתחרה', לאור העובדה שבנוסף לכדאיות מבחינת העלות והיעילות, היא מאפשרת כניסתם של בעלי רשתות אלה לשווקים חדשים כמו: בנקאות אלקטרונית, SHOPPING אלקטרוני בנקודת מכירה ביתית (אנגליה חב' KAYS).




טכנולוגיות עקיפה – קצב העברת הנתונים ביחס למרחק ולעלויות




השוואה בין רת"מ, מא"פ ורא"ת ( LANS, PBX AND WANS ) וטכנולוגיה עקיפה (או 'מתחרה').

בשלב הזה, רשתות התקשורת המקומיות (רת"מ), מרכזיות אוטומטיות פרטיות סיפרתיות עבור דיבור נתונים, מהווים את סימני ההיכר הראשונים.
וכדומה. ברשתות הפרטיות ובמשרד הממוחשב, ההתפתחות היא מהירה יותר.
הוספת מעגלים ממוחשבים בציוד הקצה מאפשרת שידור המידע בצורה סיפרתית, כאשר הציוד הכולל, בנוסף למחשבים עצמם, גם טלפון, פקסימיליה, מכונות טלקס, טלטקסט, ציוד לוועידות ווידאו וכדומה, מאפשר להתחבר ישירות לרשת.



דוגמא של רשת טלביזיה בכבלים, עם משתמשים עסקים וביתיים, יחד עם שידורי תוכניות טלביזיה באמצעות לוויין, מעבירים גם נתונים. באנטנות מיקרו־גל משתמשים לשידור וקליטה, דרך אנטנות בקשר עין.

- השלב השלישי הוא בניית רשתות סיפרתיות פרטיות מהירות עבור אירגונים גדולים ו/או רשתות סיפריות מהירות עבור נתונים (כדוגמת רשת ישראנט בארץ) ועבור נתונים ודיבור (כדוגמת רשת סיפרנת בישראל). במקביל מתפתחות טכנולוגיות של עקיפת (BY PASSING) הרשתות הציבוריות, כדי להקטין את העלויות של התקשורת העסקית.

טכניקת העקיפה אינה חדשה, אבל ההתפתחויות הטכנולוגיות הופכות אותה לאטרקטיבית מבחינת העלות והיעילות של התקשורת.
בין טכניקות אלה: טלוויזיה בכבלים, רדיו

טכנולוגיית העקיפה משתמשת במספר שיטות:

- שרותים ניידים, כמו הטלפון הסלולרי, רדיו פייג'ינג, תיקשורת נתונים ניידת וכדומה.
- קשר ישיר בין מרכזיות פרטיות מרוחקות באמצעות קו תיקשורת פרטי.
- קשר בקו פרטי, בין המשתמש לרשת הציבורית, כשהאירגון זקוק להרבה תיקשורת: בכך הוא עוקף את המרכזיות המקומיות (BY PASS OF LOCAL LOOP).
- עקיפה מוחלטת (COMPLETE BY-PASS). ארגונים בעלי רשתות תקשורת גדולות מאוד, יכולים לעקוף גם את המרכזיות המקומיות הציבוריות, וגם את המרכזיות הבין־עירוניות הציבוריות. כתוך לעקיפה, ניתן להשתמש בסיבים אופטיים, תקשורת לווינית, ערוצי מיקרו־גל, טלויזיה בכבלים, כשלכל אחד מהם יש מאפיינים ייחודיים.

התיקשוב, על כל התפתחויותיו, בין אם מדובר בטכנולוגיית רשתות ציבוריות, עקיפות או פרטיות, צועד לקראת הידע של שילוב המערכות ושילוב מלא של השירותים.

# תקשוב עסקי בארץ - 'לוטומט'

נתחילת פברואר 89' מרכזיית ה'ספורטוטו' הוצפה בנתונים שהוזרמו אליה ע"י 9.1 מיליון טפסים (42 מיליון טורים) לבדיקת תוצאות הגרלת ה'טוטו' המדוברת ביותר במדינה. בין אם הסיבה לכך היתה ש'המדינה השתגעה', או שטעם ההימורים השתלט עליה.

## הרכב מערכת ה'לוטומט' של מפעל הפיס

בכל נקודות המכירה של הלוטו ברחבי הארץ, (יותר מ־1000) הותקנו מסופי לוטומט, מתוצרת 'ג'נרל אינסטרומנט'. המסופים משמשים לניהול המכירות, הכספים והמלאי של בעל הדוכן, וכן לניהול ההגרלות האלקטרוניות בזמן אמת.

ההגרלות האלקטרוניות, מחליפות את שיטת ההגרלות בשיטת 'גירוד הכרטיסים'; במקום לגרד את החיש־גד, מתקתק בעל הדוכן קוד על המחשב, ומפעיל הגרלה במחשב המרכזי. בו במקום, מופיעה על הצג הודעה ללקוח אם זכה ובאיזה סכום.

את טפסי ההגרלה ניתן למלא באופן אוטומטי ע"י ה'לוטומט', ידנית או במשולב.

הלוטומטים מחוברים למערכת המרכזית, הממוקמת בבית־מפעל הפיס, בתל־אביב באמצעות רשת תקשורת. הנתונים של כל טופס, מוזנים למחשב המרכזי ומכאן הכל זורם באופן 'לוטומטי'.

בהתאם לציור מס' 1, מערכת ה'לוטומט' מחכרת את מסופי הלוטומט לרשת הטלפונית הציבורית, באמצעות מודמים מסוג (DATA OVER VOICE) D.O.V. שחברת 'בינת' מספקת ושחברת 'בזק' בחרה בהם. מודמים אלה (ציור מס' 2) מסוגלים להעביר בו־זמנית נתונים ושיחות טלפון, ברשת הטלפון הציבורית.

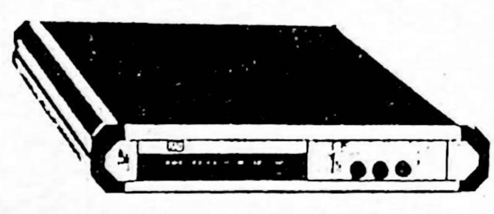
כך הופכים, קווי הטלפון, להיות תווך זול וניתן להשגה ללא קשיים, ולשמש להעברת נתונים למטרות שונות, שאחד מהם הוא ה'לוטומט'.
מודמים מסוג D.O.V מבטיחים קשר בין הלוטומט עד למרכז, במרחק של כ־10 ק"מ.
מערכת ההגרלה, פועלת בשיטת ה־POLLING שהמחשב המרכזי יוזם (LOTTERY HOST), דרך 64 קווי נתונים: כל אחד מקווים אלה עובד בקצב של 2400 סיביות לשנייה (סל"ש) ומחבר את המחשב המרכזי למרכזת, באמצעות רשת ציבורית להעברת נתונים 'ספרנת'.

לכל מרכזת מחוברים 16 מסופי לוטומט, באמצעות R.S.D. (RAD'S SHARING SERVICE) וזוג D.O.V לציוד בקרה מדידה ובקרה (TEST & MONITOR, T&M).

בעת תיפוקד רגיל, כל זוג של D.O.V מחובר ישירות ל־R.S.D.

כשיש צורך בהפעלת הבקרה, זוג ה־D.O.V מנותב לכניסה מיוחדת לרשת 'סיפרנת' ומתבצעות מדידות מרחוק ע"י מרכז הבקרה והמדידה, עבור כל מרכיבי הקו, כולל ה־D.O.V וציוד המנוי.

חב' 'בזק' הכניסה את שיטת הבקרה והמדידה הנ"ל, עקב רגישות המערכת, וכדי להבטיח



ציור מס' 2 – DATA OVER VOICE – D.O.V.
יחידה הנמצאת בכל נקודת מכירה

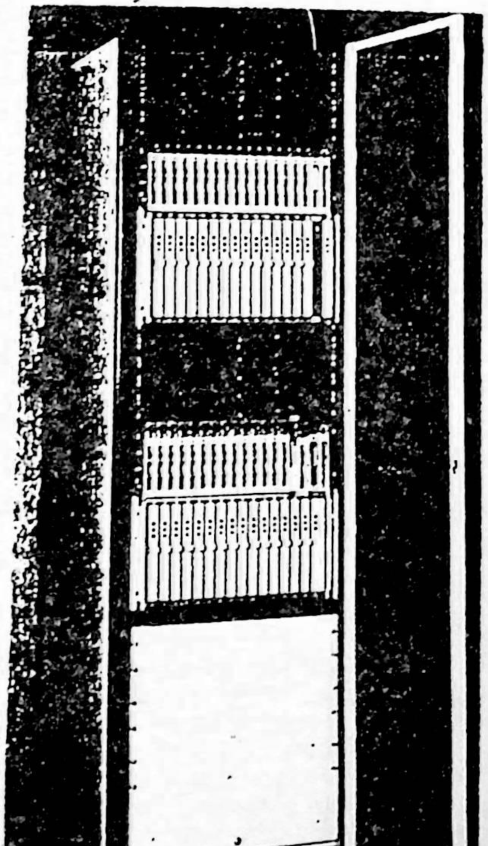
תנאי תעבורה אופטימליים.
בצד נקודת המכירה, נמצא מודם D.O.V. בודד:
בצד המירכזת, נמצאים ריכוזים של מודמים (32 D.O.V. בארון אחד (ציור מס' 3) וציוד נוסף, כגון: במאגדים R.S.D. שני בקרים (T&M), ספקי כח וכו'.

## הקשר בין מערכת 'לוטומט לסיפרנת'

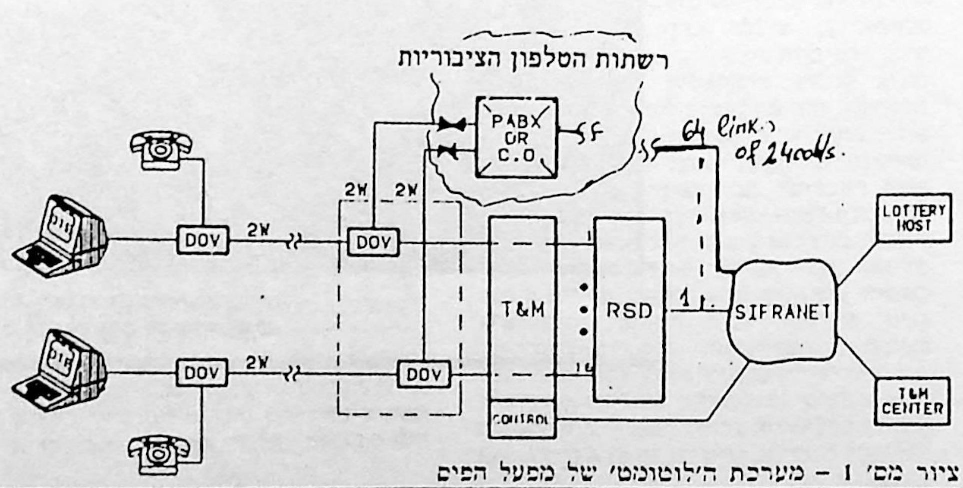
ון רגיל, אפשר להעביר דרך
זונים 'סיפרנת', את הנתונים
בין דוכני מפעל הפיס למוקד שרות 'ספרנת' בתל־אביב במרכזת 'כורש', ומשם מנותבים כל המסופים בקו מיוחד למחשב המרכזי של מפעל הפיס.

המסוף מתחבר למרבב T&M רחב־סרט, LINK-1 של TIMEPLEX (ציור מס' 4) המהווה ציוד בסיסי של רשת 'ספרנת'. הרשת עצמה, בנוייה על שלוש רמות גישה (ציור מס' 5): A, B ו־C; ברמה A, הקשר בין מרבבים הוא בקצב 2MBLS (מיליוני סל"ש); ברמה B, הקשר הוא כ־64KBS (אלפי סל"ש) וברמה C, נמצא הציוד ההיקפי. כך ניתן להתחבר לרשת 'ספרנת' מכל מקום בארץ.

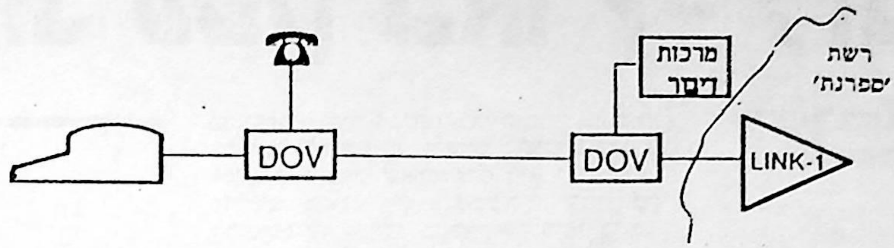
אפשר להשוות את רשת ה'ספרנת' לכבישים ציבוריים רחבים (ציור מס' 6) הנותנים שירותים למיגוון רחב של משתמשים ולמטרות שונות.



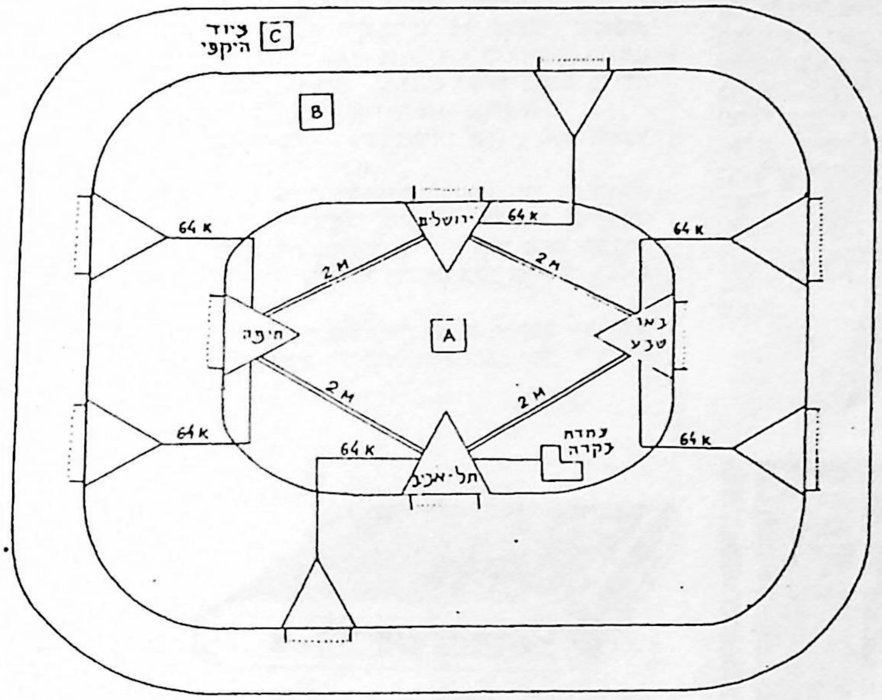
ציור מס' 3 – ריכוז של D.O.V. במרכזת




ציור מס' 1 – מערכת ה'לוטומט' של מפעל הפיס




ציור מס' 4 – חיבור מסוף לרשת 'ספרנת' – מרכב LINK-1




ציור מס' 5 – תאור כללי של ספרנת




ציור מס' 6 – כמו כבישים, רשתות ציבוריות לתקשורת נתונים, נותנות שירותים למיגוון רחב של משתמשים.

# עם הפנים למזרח

## תקשורת, מידע ומזרח אירופה בדרך לדמוקרטיה – סיכויים ואפשרויות חדשות

בחודשים יוני ויולי השנה, התחלנו לדווח על התפתחויות בארצות מזרח־אירופה בתחום התקשורת והמידע, בעקבות השינויים הפוליטיים.

קשה לחזות כיום את תוצאות השינויים הפוליטיים והכלכליים בארצות אלה, אך בתחום התקשורת והמידע, ברורות שתי נקודות:

הראשונה – נחיתותה של מערכת התקשורת במזרח אירופה באופן משמעותי, לעומת זו של מדינות המערב – הקהיליה האירופאית, ארה"ב ויפן. הנחיתות מתבטאת גם בתחום הטכנולוגי וגם בשימוש שנעשה בה בתחום העיסקי והביתי.

הנקודה הברורה השנייה היא, שכל עוד לא יהיה שיפור משמעותי בטלקומוניקציה, יתקשו מדינות מזרח אירופה ואולי אף לא יוכלו, להשתלב באופן מלא במסגרת הכלכלית האירופאית והבי"ל.

טלקומוניקציה הינה אחת הטכנולוגיות הדוחפת אותנו ל'כלכלה כלל־עולמית' ומקרבת אותנו במהירות רבה ל־'כפר הגלובלי'.

במסגרת סידרת כתבות זו, נביא עידכונים והתפתחויות בנושא, במידת האפשר.

### הונגריה

בעיקבות הסכם שיתוף־פעולה שנחתם במחצית השנייה של 1989 בין משרדי התקשורת הישראלי וההונגרי, התוצאות מתחילות להופיע.

בחודש יוני השנה, התקיים בבודפסט כנס בינ"ל ותערוכה בנושאי טלוויזיה, שאורגן ע"י האיגוד המדעי ההונגרי לטלקומוניקציה. השתתפו בכנס כ־300 מומחים מרחבי העולם.

כותבת המאמר, הוזמנה לכנס כנציגת משרד התקשורת הישראלי, לסידרת הרצאות בנושא טלויזיה בכבלים בישראל – התפתחויות, עדכון, כיוונים עתידיים, וכו'.

בכתבה זו מובאים התרשמויות מהכנס ועדכון במספר חידושים בתקשורת המתרחשים בהונגריה.

### ההווה הוא לא מה שהיה פעם

הרצאתי על הפרוייקט הישראלי בתחום הטלויזיה בכבלים ומינויים, שהתחיל לרקום עור וגידים בזמן האחרון, זכתה לתשומת לב רבה. התעניינו בה נציגי מדינות כמו ארה"ב וגם מזרח אירופה, כגון צ'כוסלובקיה.

אחדים היו מעוניינים לדעת האם תוכניות הטלוויזיה יעברו לרשתות הכבלים גם דרך הכבל האופטי התת־ימי החדש, או יופעלו רק באמצעות לוויני תקשורת, קלטות וידאו, אולפן מקומי וכו'.

אחרים התעניינו בהיבטים התחיקתיים, כלכליים, טכנולוגיים, שרותי ערך מוסף, שירותים אינטראקטיביים וכו'.

לנציג החברה הישראלית 'פייזקום' שביקר בתערוכה, היה מה להציע להונגרים, ויש לקוות שיהיו התפתחויות עסקיות.

גם להונגרים היו מוצרים מעניינים להציע – צג ענק עבור התערוכה הבין־לאומית בודפסט־ווינה, המתוכננת לשנת 1995. הצג יהיה תואם טלויזיה צבעוני, בגודל 18 מ' X 32 מ' (לעומת 40 מ' X 25 מ' של חב' 'סוני' המיוצר עבור התערוכה הבין־לאומית ב־TSUKUBA). בעולם קיימים כ־100 צגים ענקיים). עבור התמונה, משתמשים באלמנטים המשדרים אור – פיקסלים – בצורה של מטריצה ליצירת הצבעים אדום, צהוב וכחול. הצג הענק מתאים גם לשיטות טלוויזיה מתקדמות ביותר, ברזולוציה גבוהה מאוד – H.D.T.V וגם לשידורי ממסרים לוויניים RELAY STATION SATELLITES.

פיתוח אחר, מהווה השימוש בטלויזיה בכבלים כתווך להעברת נתונים, דו־כיווני ואינטראקטיבי, יצירת בסיס לשילוב BISDN עם שימוש בסיבים אופטיים. ניתן לעשות זאת בשימוש בכבלי מתכת, כשרשת הטלויזיה בכבלים מותאמת לקשר דו־כיווני. המדיה הזאת יעילה בעיקר להעברת נתונים במהירויות נמוכות ובינוניות, ולקשר רב־ערוצי בו־זמנית.

דוגמה לשימוש: פיקוח ופיקוד מרחוק על ציוד חשמלי וחימום ביתי ואזורי, אזעקות אמבולנסים, משטרה, מכבי אש וכו'. בקרה על תנועת התחבורה, וכו'.

השימוש ברשתות טלויזיה בכבלים בהונגריה להעברת נתונים, ניתן להעשות בתחום התדרים 5MHZ עד 13MHZ בכיוון שידור, ובין התדרים 293MHZ עד 300MHZ בקליטה, במהירות של 9.6 סל"ש. בארץ, רשתות הטל"כ – טלוויזיה בכבלים, הפועלות בין 47-860MHZ, מאפשרות העברת נתונים לשני הכיוונים, בתחום התדרים שבין 5-47MHZ.

בניסויים שמתבצעים במעבדות הדואר ההונגרי, מתכוונים להגיע ל־64 אסל"ש ובשלב מאוחר יותר ל־2,048 מיליוני סל"ש אם כי להעברת נתונים במהירויות גבוהות יותר יש צורך בשני כבלים או בשיטת טל"כ MID-SPLIT או HIGH SPLIT.

הצלחת טלויזיה בתשלום – PAY TV תלויה במידה רבה ביכולת העברת נתונים ברשת הטל"כ.

האוניברסיטה הטכנית מבודפסט, הציגה מחולל אותות עבור שיטות הטלוויזיה האירופאיות: C,D ו־MAC, D2 שהן שיטות קידוד מיוחדות לוידאו, כאשר הציוד, מבוקר מחשב יבמ.

יצויין כי מתרחבים תחומי פעולה משותפים בין ישראל והונגריה, בתחום הטכנולוגי והמדעי. נציגי איגוד מהנדסי החשמל מבודפסט ביקרו בארץ בחודש יולי האחרון, וככל הנראה, ביוזמת כותבת המאמר, יתקיים כנס של שני האיגודים הישראלי וההונגרי – בחודש אוקטובר הקרוב בבודפסט. הכנס מיועד להצגת אפשרויות עסקיות לטובת שני הצדדים.

### פעולות משותפות בין הונגריה ומדינות המערב

בין החברה FINOMECKANIKAI VALLET (FMV) ההונגרית וחברת אלקטל הצרפתית ו־SEL מגרמניה המערבית, הוקמה חברת־בת הנקראת MIC-CO.

החברה מיועדת לשיווק ותחזוקת ציוד עבור גלים קצרים של אלקטל.

בין B.H.G היצרנית ההונגרית לציוד מיתוג, החברה האמריקאית נורתרן טלקום ואוסטריה טלקום, נחתם הסכם ליצירת מרכזיות אוטומטיות מסוג DMS-100 של חב' נורתרן טלקום, שהיו קודם לכן מיועדים רק לשוק האוסטרי.

ממשלת הונגריה העניקה בחודש מאי השנה זכיון לבניית והפעלת הרשת השנייה של הטלפון התאי (בדומה לפלא־פון הישראלי). החברה שזכתה במכרז – קונטאל סלולר אינק. מאטלנטה (ג'ורג'יה), מקווה שהרשת תהיה זמינה בעוד שנה. פירושו של דבר, שמספר חודשים בלבד, לאחר הפעלת הרשת התאית הראשונה השייכת לקונסוציום שבה חברה .U.S. WEST INC מ־דנבר קולורדו, קונטאל סלולר הקימה (בשותפות של 50%) עם החברה ההונגרית האנגרייאן טלקום, חברת בת הנקראת קונטאל האנגרייאן KFT. היא תשקיע בפרוייקט כ־35 מיליון דולר בשלוש השנים הבאות, והחברה המשותפת תעניק שרות ל־50,000 מינויים שרובם גופים עיסקיים וממשלתיים.

החברה ההונגרית תספק חלק מהציוד, כמו אנטנות, אך כדי שכל ההסכמים, יהיו מעשיים, יש לקבל קודם את אישורו של ה־COCOM שבפריס, (יוני 1990) שככל הניראה יעניק את האישור.

(ה־COCOM הוא הארגון המשגיח על יצוא ציוד בטכנולוגיה מתקדמת לארצות מזרח אירופה). ב־1 ביולי השנה היה אמור ה־COCOM לשחרר רשימה שלימה של ציוד תקשורת ומחשבים.

לגרמניה המזרחית ניתן אישור יבוא של כל סוגי ציוד תקשורת ומידע. לעומתן, הונגריה וכך גם צ'כוסלובקיה ופולין, כדי שיוכלו לייבא ציוד תקשורת מתוחכם, עליהן לחתום על בטחונות שלא יעבירו ב'יצוא מחודש' את הציוד והידע לבריה"מ או לארצות מוחרמות אחרות. רק אז תהיה להן אפשרות ליבא ציוד לתמסורות בכבלים אופטיים עד 156 מיליון סל"ש, ציוד לתקשורת מיקרוגל, מרכזיות טלפון סיפרתיות, ציוד עבור S.S.7 וציוד ISDN, כל זאת באישור הארץ שממנה התבצע הייבוא.

כפי שמופיע בדיווחים המקצועיים, הפיקוח של ה־COCOM ייפסק על ציוד רדיו־נייד ורוב המרכזות הפרטיות האוטומטיות של 200 עד 500 קווים.

לגבי הפיקוח על ציוד למיתוג מנות וכד, לא קיימת יותר הגבלה על מספר הצמתים ו/או על מהירות הקו היוצא. (קודם לכן היתה הגבלת מהירות עד 9,600 סל"ש)

הפיקוח על תחנות קרקעיות עבור לוויני תקשורת למטרות אזרחיות – יבוטל. מספר סוגי רשתות מקומיות, כגון: איתרנט וטבעת אסימון, יהיו ללא פיקוח. נשקלות גם רפורמות המתייחסות לשיחרור או הקלה על סוגי מחשבים, כוח המיחשוב וכו'.

למעשה, קיימות יש ציפיות שעד סוף השנה הנוכחית, כל רשימת מוצרי הטלקומוניקציה והמיחשוב שהיתה מוחרמת ע"י ה־COCOM תבוטל, וישארו רק הגבלות על מוצרים וטכנולוגיות אסטרטגיות במיוחד.

### לסיכום

מדיניות ההפשרה כלפי ארצות מזרח אירופה בכלל, ובמיוחד כלפי הונגריה, שכלכלתה היא הקרובה ביותר לכלכלה המערבית – פותחת שערים עסקיים חדשים.

למרות זאת, היעדר במטבע חזק יוצרת קשיים, עליהם ההונגרים סבורים שקיימת אפשרות להתגבר. נחוצים חוקים חדשים לגבי רפורמה במטבע חזק, ויש המאמינים שהתהליך יתבצע.

כמו־כן, הלוואות מהבנק הלאומי כמו עבור תחנת קרקע לווינית (1.5 מיליון דולר עד 3 מיליון דולר) כדי להתקשר לאינטלאסט (הארגון הבין־לאומי ללווייני תקשורת) תלויה ביכולתה הכספית לממן את התחנה הקרקעית. חברות בארגון מקנה את הזכות להביע דיעות ביחס לצורת הפעולה של הארגון, והאזור אליו יכוון הכיסוי.

אם הונגריה לא תצליח לקבל את ההלוואה, היא שוקלת שותפות עם חברות תקשורת לווייניות אחרות, כמו COMSAT (ארגון אמריקאי אזורי) או INTER-SPUTNIC הסובייטי. החוקים החדשים בהונגריה מאפשרים יוזמות משותפות עם חברות זרות ומאפשרות העברת הרווחים במטבע בה התבצעה ההשקעה.

# הקשר הישראלי-הונגרי

**טרם התייבשה הדיו על המסמכים לחידוש היחסים הדיפלומטיים ישראל־הונגריה, וחתימת הסכם ראשון לשיתוף פעולה בנושאי תקשורת, (ספטמבר 89׳), וכבר ביקרה שם, כמוזמנת של המכון לחקר טלקומוניקציה, מחברת המאמר, שהיא מהנדסת בכירה במשרד התקשורת. להלן התרשמויותיה המיקצועיות והאישיות מהביקור.**

משרד התקשורת ההונגרי מורכב משלושה ענפים:

- טלקומוניקציה.
- שידורים.
- דואר.

משרד התקשורת ההונגרי משקיע מאמצים ניכרים לפיתוח ענפים אלה במסגרות שונות. אחד החשובים שביניהם הוא ה׳מכון לחקר טלקומוניקציה ודואר׳ ואחריו, ה׳איגוד המדעי לטלקומוניקציה׳, ששניהם נמצאים בבודפסט. החרם האירופאי להכנסת טכנולוגיות מתקדמות לארצות הקומוניסטיות, הנמשך כ־20 שנה, הוביל את המכון לחקר הטלקומוניקציה לפיתוחים מקוריים כגון: שירותי מידע טלפוניים בעזרת סינטזת דיבור (SPEECH SYNTHESIS) בעלות שיטות קידוד ודחיסה (COMPRESSION); מאגרי מידע עבור תעבורת דברי הדואר – DATABANK FOR POSTAL TRANSPORTATION, פיתוח רשת של אשנבי דואר למתן שירותים בנקאיים ע״י בנק הדואר, כחברה ציבורית בע״מ, בניית רשת ציבורית רדיו־טלפון (טלפון תאי) בהיקף ארצי, וקשריה עם רשת הטלפון הלאומית והבין לאומית, פיתוחים בטלויזיה בכבלים ולווינית, וכו׳.

## כמה פיתוחים ונסיונות בטלוידה בכבלים

בהונגריה קיימות כ־25 רשתות טלויזיה בכבלים. לכל רשת מחוברים כ־8,000 בתי אב, פרט לחמש רשתות בהן קיימות בין 10–20 אלפי מנויים.

בנוסף לכך, מחוברים באמצעות אנטנות אזוריות כ־3000 במספר, 1.5 מיליון מנויים (בסה״כ 40%–50% בתי אב.

בהונגריה ניתן לקלוט:

- 2 ערוצים לאומיים
- 2 עד 8 ערוצים מהארצות השכנות: צ׳כיה, יוגסלביה, אוסטריה ורוסיה
- 3 ערוצי לווין: ׳איוטלסט׳ (EUTELSAT): SKY, SUPPER CHANNEL ו־TV-5 ובנוסף WORLDNET. מתוכנן שבקרוב יקלטו גם מלווין ASTRA את התוכנית MUSIC-TV במקום מ־SKY.

המערכות הקיימות מבוססות על כבלים קואקסיאליים, בטופולוגיה ׳עץ וענפים׳.



ציוד עבור מוקד תיפעול בטלביזיה בכבלים

לאור הדרישות ההולכות וגוברות לשירותי ערך מוסף, במקביל לשידורי הטלויזיה והרדיו, יש צורך לפתח טכנולוגיות חדישות כדי שהרשתות הקיימות יהיו מסוגלות לבצע אותם. שירותי הערך המוסף הם: נתונים דו־כיוונים ואינטראקטיביים, מדידות מרחוק של חימום, איוורור, חשמל, גז, אזעקות, שירותי קריאות עזר עבור קשישים, ילדים, וכד׳.

בגלל החרם המוזכר, הארצות הקומוניסטיות, וביניהן הונגריה, מוגבלות בקליטת מוצרי עתירי טכנולוגיה מחו״ל.

המוצר אותו הן מפתחות, כדי לאפשר UP-GRADING, של רשתות הטל״כ הקיימות, מיושם במכון לחקר הטלקומוניקציה, והוא נמצא ברשת טל״כ נסיונית, אינטראקטיבית רבת שירותים. הפיתוח נחשב כראשון מסוגו, לא רק בהונגריה, אלא בכל הגוש המזרחי. רוב המרכיבים הם מתוצרת מקומית, כשהמתג החכם הוא מוצר אנגלי.

הפתרון הטכני מבוסס מיתוג סלקטיבי, מבוקר מחשב, עבור המינויים המעוניינים בכך: אצל מנויים אלה, נמצא ציוד שהוא גם מודם וגם מימשק (JET-TOP TV ADAPTERS).

הטכנולוגיה הזאת, מאפשרת הגנה נגד אלה הרוצים לקלוט תוכניות בלי להיות מנויים.

הרשת הנסיונית מאפשרת השוואה בין טופולוגיה על ׳עץ וענפים׳ ורשת ממותגת.

קיבול המערכת מאפשר 34 ערוצי TV. כיום מועברים 12 ערוצים מהלווין או מן הקרקע. מספר ערוצים הם לשימוש פנימי בלבד, כגון: ועידות טלוויזיונית, מופעים ותצוגות על המרקע של מוצרי המכון למחקר וכו׳.

## שירותים ניסיוניים בעלי ערך מוסף

המערכות מאפשרות כיום: טלויזיה בתשלום (PAY-TV), טלויזיה לפי צפייה (PAY-PER-VIEW), ערוצים עם תוכניות מבוקרות ע״י הורים (CHILEDREN RESTRICTED), הצבעה, קניות מהבית (TELE-SHOPPING), העברת נתונים במהירות בינונית, וכו׳. בנוסף, מבצעים ניסיונות להעברת דיבור, דרך רשתות הטל״כ, בעיקר המקומיים. עבור האזורים שלרשת הטלפון יש קשיים להגיע אליהם, אפשר יהיה ע״י אישור ממשרד התקשורת, ליצור קשר עם רשת הטלפון הציבורית או התאית.

כל השירותים הללו, הם מבוקרי מחשב. ניהול המערכת, הפעלתה ובקרתה, נעשה בסיוע מחשב IBM-AT הנמצא במוקד התיפעול.

## אפשרויות להרחבת המערכת

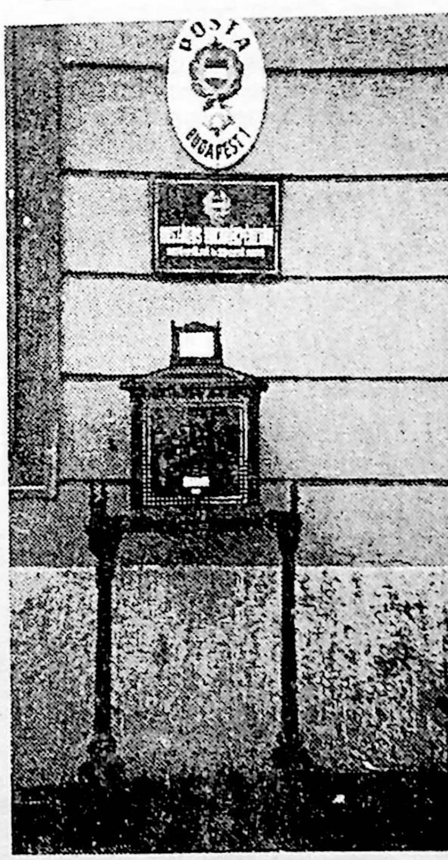
המערכת בנוייה בצורה מודולרית, עבור שני סוגי המינויים: אלה המעוניינים בשירותים בעלי ערך מוסף, ואלה המעוניינים רק בשירותים הבסיסיים של שידורי טלויזיה ורדיו. כמו כן, מתכננים הכנסת טכנולוגיות אופטיות ופיתוח המערכות לכיוון רשתות סופרטיות רחבות סרט DIGITAL NETWORK IBSDN OR BROADBAUD COMPUTER NETWORK INTEGRATED BRADBAUD SERSICES INTEGRATED.

הפיתוח תלוי בפיתוחים של ציוד הקצה, עבור שירותי תיקשוב (SERSVCES TELEMATIC).

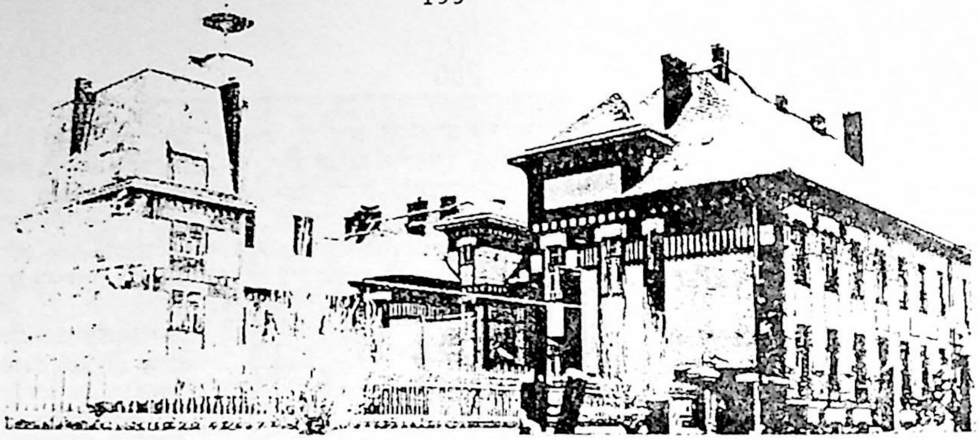
## התרשמויות אישיות:

הביקור הראשון שלי בבודפשט, חשף לפני עיר מרשימה ביופיה, כאילו מלחמת העולם הראשונה והשניה, וכל השינויים ההיסטוריים, לא פגמו בה. המבנים החדשים משתלבים היטב בין המבנים הישנים.

בהבדל מהארצות הקומוניסטיות האחרות, יש כל טוב בחנויות ובבתים, המחירים מאוד נוחים ומעל לכל אדיבות מיוחדת לדוברי עברית.




תיבת דואר בבודפשט



# הקשר הישראלי-הונגרי

הונגריה, היא הארץ הראשונה בארצות מזרח־אירופה שעמה נחתם הסכם שיתוף פעולה (ב־20 לספטמבר 89') בתחום התקשורת ובמיגוון רחב של תחומים אחרים, כיוון שהיא בשלה מבחינה מדינית וכלכלית למעבר למשק מודרני.

לאחר ששנים רבות (יותר מ־20 שנה) ה־COCOM – THE COORDINATING COMMITTEE FOR MULTILATERAL EXPORT CONTROLS הממוקם בפריס, הגביל חדירת טכנולוגיות חדישות לארצות המשתייכות להסכם 'ורשה' (WARSAW PACT), הונגריה ראתה את עצמה במצב בו צריך לפתח פתרונות ייחודיים, ובזה להקדים את האחרים, בעיקר בנושאי תוכנה.

במאמר, מובאים מספר נתונים על הונגריה והצעדים הראשונים לשיתוף הפעולה בין משרדי התקשורת של הונגריה וישראל.

## מספר נתונים על הונגריה

העם ההונגרי, כידוע, אינו נמנה על העמים הסלביים ולא על העמים הגרמניים; מספר התושבים הוא כ־10,700,000, כאשר כ־5 מיליון הונגרים חיים מחוץ להונגריה. בסוף השנה שעברה, הפכה הונגריה מ'רפובליקה עממית' ל־רפובליקה. הארץ ממוקמת במרכז אירופה, באיזור הקרפטים

ושטחה כ־93,000 קמ"ר; בעיר הבירה בודפסט, 2,100,000 תושבים. המטבע של הונגריה היא ה'פורינט', כאשר 600 פורינט הם שווי ערך ל־1 דולר. השפה ההונגרית קרובה לשפות הפינית והאסטונית.



## שינויים במבנה ובכיווני ההתפתחות של משרד התקשורת ההונגרי

גם הונגריה עוברת תהליך של 'טלסטרויקה'. משרד התקשורת נכנס בתחילת שנות ה־90' לתהליך פיתוח התקשורת, תחום בו פיגרה הונגריה אחרי ארצות מערביות.

תוכניות התקשורת כוללות הפרדת שירותי טלפון, רדיו ודואר, והפרטה חלקית של רשות התקשורת; תוכננה תוכנית ל־10 שנים להרחבת ושיפור רשת הטלפון הקיימת; הכנסת גורם התחרות לשירותי התקשורת; הקמת חברות משותפות עם יצרנים זרים; שיפור החוקים המאפשרים ניצול השקעות זרות ובעלות זרה, שותפויות וכו'.

עפ"י תוכנית עשר השנים של הונגריה, מספר הטלפונים יגדל פי ארבעה ויגיע בשנת 2000 ל־3 מיליון (היום יש כ־800,000 קווי טלפון).

טלפון תאי הידוע בארץ בשם 'פלאפון', ב־450 מגה־הרץ, פיתוחו מתחיל השנה בעזרת הלוואה שקיבלו מהבנק העולמי וב־1995 יותחל בפיתוח טלפון התאית הסיפרתי של 900 מגה־הרץ.

חוק חדש לטלקומוניקציה, נמצא בשלבי הכנה והוא מיועד ליצירת אווירה ליברלית ולעידוד השקעות מחו"ל.

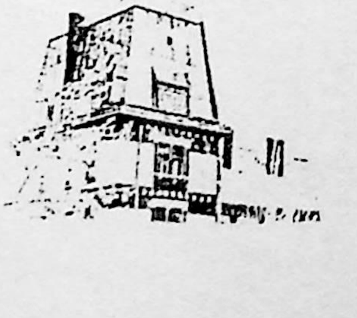
כניסוי בשיתוף פעולה בין הונגרים לחברות זרות, הוכן מכרז עבור פרוייקטים של TURNKEY, בשלושה אזורים כפריים, בעלות של 77 מיליון דולר עבור 50,000 קווי טלפון. המכרז פתוח לשותפות בין מקומיים וזרים ואפילו מאפשר לזרים לתחזק את הרשתות. כמו־כן, הונגריה ביקשה להצטרף לוועידה האירופאית לתקשורת ודואר CEPT - CONFERENCE OF EUROPEAN POSTAL AND TELECOMMUNICATIONS ADMINISTRATIONS כדי לחזק את קשריה עם הארצות המערביות.

להבדיל מה'טלסטרויקה' הרוסית השמה דגש על ייצור מחשבים אישיים, PAY-PHONES, ציוד עבור רשתות ציבוריות ופרטיות, רדיו־התאית והכבל ה'טרנס־סיבירי' (TRANS-SIBERIAN), החוק ההונגרי נסב בעיקר על מתן שירותים באמצעות חברות שותפות מזרח־מערב. מתוכננים שירותים סיפרתיים חדשים, כמו וידיאוטקס ודאר אלקטרוני והכנסת רשת מיתוג־מנות. הונגריה מעוניינת ליבא ציוד המיוצר בשותפות, עם גורמים זרים, עד כ־40% מהצריכה. כיום קיימת בהונגריה רק מירכזת טלפון ציבורית סיפרתית אחת ורק מירכזת בינ"ל סיפרתית אחת. כבר מדובר במספר עסקאות עם חברות יצרני ציוד תקשורת כגון: ALCATEL-SEL (מגרמניה) 47% וחברה הונגרית VIDEOTON 53%, שהקימו שותפות לייצור 300,000 קווי טלפון לשנה עם מרכזיות SYSTEM 12, ב־1992 (ציוד סיפרתי). כיום אפשר לייצר ציוד כזה, רק באישורו שלה־COCOM, אישור, שההונגרים מקווים לקבל.

## מחקר בתחום הטלוויזיה בכבלים (טל"כ) בבודפסט

בתחום המחקר היישומי, לדוגמה, מתבצע פיתוח מקורי ברשתות טלוויזיה בכבלים במכון לחקר הטלקומוניקציה בבודפסט (ציור מס' 2), שבו ביקרתי כאורחת ראש הפרוייקט, בספטמבר 89'.

בהונגריה, קיימות כ־25 רשתות טל"כ, המחברות כ־8000 בתי־אב ו־5 רשתות המחברות בין 10 ל־20 אלף בתי־אב. הצורך לפתח ברשתות אלה שירותים מגוונים להעברת נתונים דו־כיווניים ואינטראקטיביים (כגון: שירותי הנדסה ביתיים; חימום, מיזוג אוויר,



בטיחות ביתית, אזעקות וכו׳) והעברת שיחות טלפון, נובע מהעובדה שרשת הטלפון הציבו־רית הקיימת לא מספיק מפותחת. לכן, באיזורים שאין אפשרות לספק את הדרישות הנ״ל באמצעות רשת ציבורית, ניתן לקבל את השירות באמצעות רשתות לטלויזיה בכבלים (־ציורים מס׳ 3 ו־4).

מעבר לכך, במקום להגיע לבית המנוי או למפעל, ברשתות שונות (ציור מס׳ 3), ניתן להגיע באמצעות רשת אחת ויחידה (ציור מס׳ 4), המשלבת את כל שירותי התקשורת.

ב־INTEGRATED BROADBAND COMMUNICA-TION NETWORK. לצורך זה, במכון למחקר הטלקומוניקציה, הוקמה רשת טל״כ ניסיונית לשרת את המשרדים, שהיא רשת רב־תכליתית ואינטראקטיבית. המערכת המתוחכמת הזו (ציור מס׳ 5) נחשבת ליחידה במינה בכל ארצות מזרח אירופה. רוב מרכיבי הרשת, הם תוצרת הונגריה, פרט למתג החכם שבמרכז הכוכב, שהוא תוצרת אנגליה (CABLE TIME SSP16).

מוקד התפעול (HEAD-END) מתוצרת חב׳ HIRADASTECHNIKA ההונגרית, יחד עם תצורת ה־MINI-HUB של CABLE-TIME, מאפשרים גישה לערוצי השידורים הבסיסיים, כולל שירותים בתשלום על־פי צפיה (PAY-PER-VIEW SERVICE) ולמספר שירותינתונים דו־כיווניים.

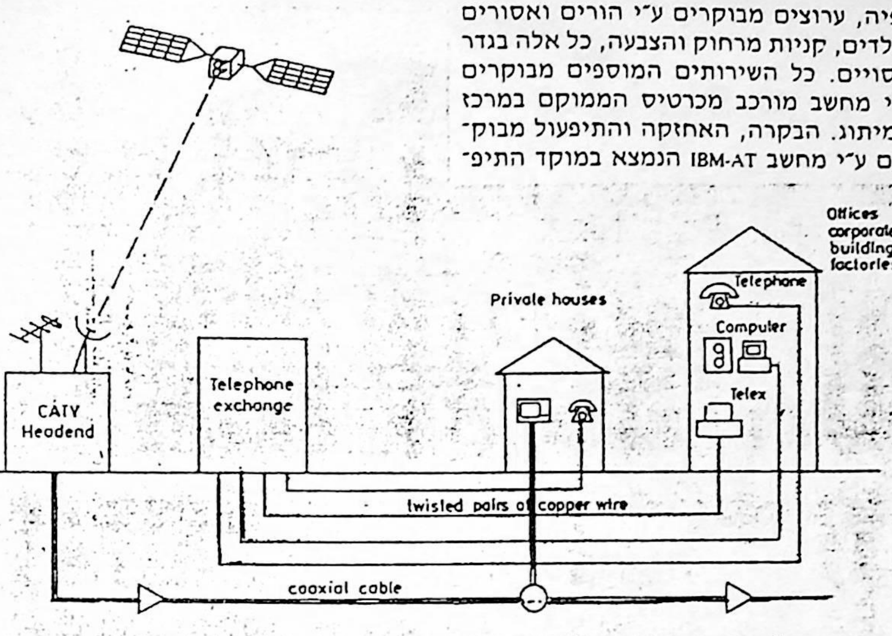
היתרון החשוב ביותר, הוא בזה שניתן להרחיב צעד־אחר־צעד את השירותים הבסיסיים ואת השירותים המוספים. הטלוויזיה בתשלום (PAY-TV), יכולה לקבוע תשלום נפרד לשירותים הבסיסיים המשודרים בערוצים ותשלום נפרד עבור שירותים מוז־מנים ע״י המנוי, כגון TELE-SHOPPING. הפתרון הטכני נמצא במרכז הממותג של הכוכב CSTAR SWITCH POINT. SSP שהוא מבוקר מחשב, לבחי־רת הערוצים. לחלק מהמינויים (הרוצים בכך), נמצאות מעל מקלט הטלוויזיה יחידות תיאום (SET-TOP UNITS. TV-ADAPTERS) שהם בו־זמנית מודמים ומימשקים.

הטופולוגיה של הרשת צריכה להיות ׳כוכב־זעיר׳ וכפועל יוצא מזה, יוגדל אורך הכבלים DROP לבית המנוי. אך בתמורה, מונעת טופולוגיה זו השפעות הדדיות בין מינויים (100%) ולא מאפשרת קליטת התוכ־ניות בצורה פירטית. הנסויים התבססו על טופולוגיה של ׳כוכב־זעיר׳ ועל טופולוגיה ׳עץ ואופנים׳, לצורכי השוואה.

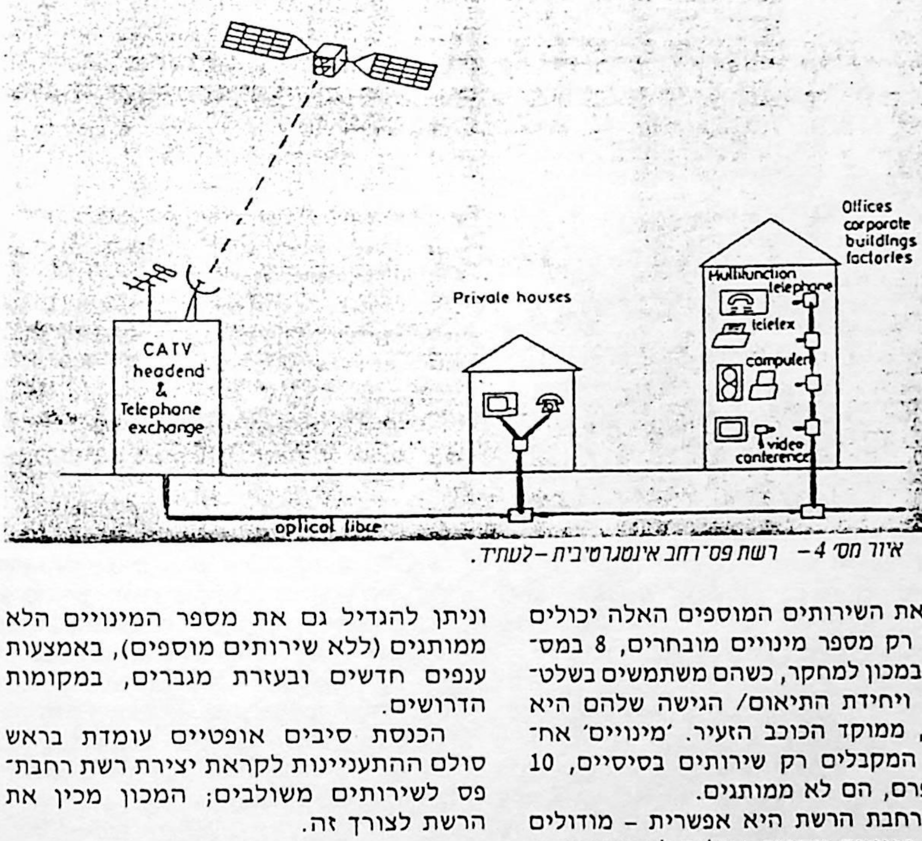
נוסף לערוצי שידור מהלווין או מהאול־פנים, יש ערוצים פנימיים עבור ועידות וידיאו, תצוגות וכו׳ שבתוך המכון.

שירותים מוספים:

טלוויזיה בתשלום, תשלום על־פי זמן צפיה, ערוצים מבוקרים ע״י הורים ואסורים לילדים, קניות מרחוק והצבעה, כל אלה בגדר ניסויים. כל השירותים המוספים מבוקרים ע״י מחשב מורכב מכרטיס הממוקם במרכז המיתוג. הבקרה, האחזקה והתיפעול מבוק־רים ע״י מחשב IBM-AT הנמצא במוקד התיפ־




*איור מס׳ 3 – רשתות טלוויזיה וטלפון אוטונומיות.*

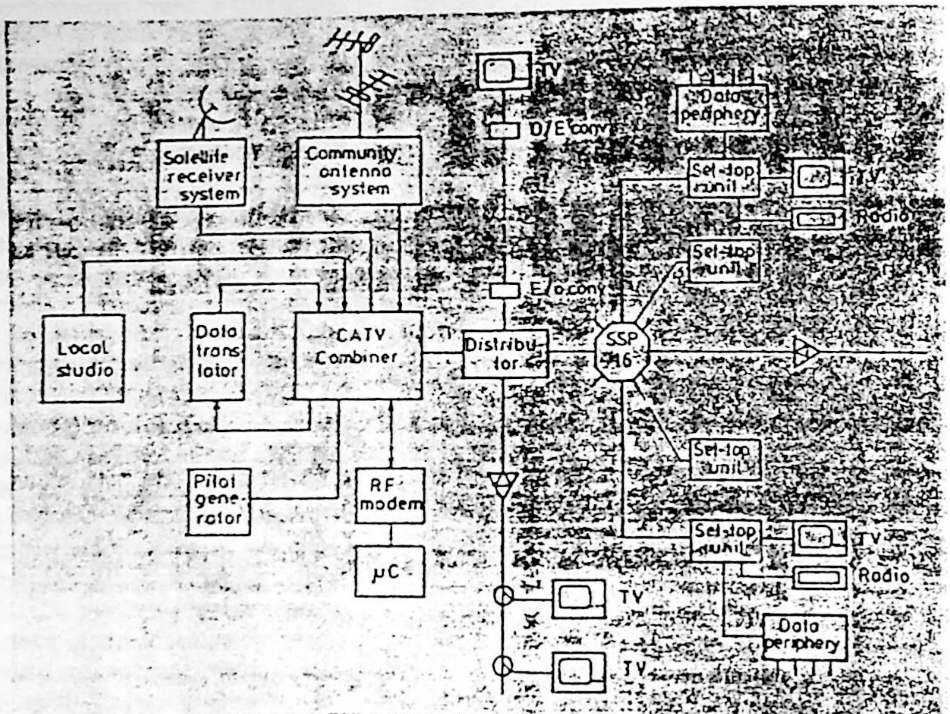



*איור מס׳ 4 – רשת פס־רחב אינטגרטיבית – לעתיד.*

עול. את השירותים המוספים האלה יכולים לקבל רק מספר מינויים מובחרים, 8 במס־פרם, במכון למחקר, כשהם משתמשים בשלט־רחוק ויחידת התיאום/ הגישה שלהם היא ל־SSP, ממוקד הכוכב הזעיר. ׳מינויים׳ אח־רים, המקבלים רק שירותים בסיסיים, 10 במספרם, הם לא ממותגים.

הרחבת הרשת היא אפשרית – מודולים של 8 מינויים נוספים יכולים להתוסף ב־SSP וניתן להגדיל גם את מספר המינויים הלא ממותגים (ללא שירותים מוספים), באמצעות ענפים חדשים ובעזרת מגברים, במקומות הדרושים.

הכנסת סיבים אופטיים עומדת בראש סולם ההתעניינות לקראת יצירת רשת רחבת־פס לשירותים משולבים; המכון מכין את הרשת לצורך זה.



איור מס׳ 5 – רשת רב-תכליתית נסיונית ב-PKI (הונגריה).

# ביקור משלחת הונגרית בישראל

באוקטובר/נובמבר 1989 התקיימה בגני־התערוכה בתל־אביב התערוכה הראשונה של טלוויזיה בכבלים ׳BROADCAST 89׳. בתערוכה הבינ״ל הנ״ל, שאמורה להתבסס כתערוכה שנתית, ביקרו לראשונה מומחים ממשרד התקשורת ומן התעשייה ההונגרית. הצוות זכה לתשומת לב מיוחדת בתערוכה (בתמונה) גם מצד משרדי התקשורת וגם מצידן של חברות שונות שהציבו בתערוכה.

הצעד הבא יהיה הכנס החמישי של הארגון המדעי לטלקומוניקציה בבודפסט בחודש יוני 1990, ובו תשתתף משלחת של משרד התקשורת שחבריה יהיו גם מרצים וגם משקיפים (כותבת המאמר מוזמנת להציג את התוכניות בתחום הטל״כ בארץ).

בבודפסט, יתקיימו בקרוב פעילויות נוספות, מאורגנות ע״י הארגון הנ״ל (- HTE HUNGARIAN SOCIETY FOR TELECOMMUNICATIONS), כן יתקיים כנסגלי מיקרו אירופאי CONFERENCE ON INFORMATION THEORY בשנת 1991.

# מ־80 מחשבים ל־65.000 מחשבים בהונגריה

כמו־כן, תחומים אחרים, כגון מחשבים, תופסים מקום חשוב בהונגריה. באוקטובר 89׳ התקיימה בבודפסט התערוכה הראשונה הבינ״ל לטכנולוגיית המידע עבור ארצות מזרח־אירופה – EAST EUROCOMM 89 SHOW. התערוכה בחסותה של ה־HTE וארגון JOHN VON NEUMANN למדעי המחשב, אורגנה ע״י HUNGEXPO (חברה הונגרית לתערוכות) וחברה מסינגפור. בתערוכה, הוצגו מחשבים, ציוד תקשורת, ציוד להעברת נתונים, משרד ממוחשב, שירותי יעוץ ומסחר וכו׳.

תעשיית המחשבים בהונגריה התחילה דרכה בתחילת שנות ה־70 עם כניסתם של 80 מחשבים לארץ כולה, במטרה להגיע לקראת סוף שנות ה־80 ל־65,000 מחשבים; בשנים 1983–1987, יובאו 159.000 מחשבים ביבוא פרטי. קיימות אלפי חברות קטנות וקואופרטיבים המתמחים בתוכנה וחומרה; יחד עם החברות הממשלתיות, הן מעסיקות עשרות אלפי אנשי מחשב; יש לציין כי העבודה בתחום המידע רווחית יותר מן העבודה בתחומים אחרים בהונגריה. למרות זאת, ההתפתחות היא מוגבלת, בגלל מספר סיבות: חוק ה־COCOM והעסקאות עם ארצות הגוש הקומוניסטי (מזרח אירופה) המבוססות על BARTER ולא על מכירה בשוק, דבר המייקר את היבוא.

**סיכום:**

השינויים הפוליטיים במזרח אירופה: גרמניה מזרחית, רומניה, צ׳כיה, בולגריה, שלא לדבר על ה׳פרסטרויקה׳ וה־׳גלסנוסט׳ ברוסיה, משנים את התמונה החברתית־כלכלית בהונגריה. שינויים אלה משפיעים גם על התחום צר של הטלקומוניקציה׳.

ה׳פרסטרויקה׳ מובילה ל׳טלסטרויקה׳, מדיניות הפותחת את שערי מדינות מזרח אירופה לציוד רשתות תקשורת של יצרנים מהמערב, ומאפשרת הרחבת הקשרים עם העולם המערבי. גם ארצות מזרח אירופה, נוכחו לדעת, שתקשורת בלתי יעילה, מקטינה את סיכוייהם להישרד בשוק העולמי. ברור להן שרק שיפור החוקים המתייחסים לכניסת ציוד והשקעות זרות, יכולים לשפר ולבנות תשתית חדשה.

ואכן, בהונגריה נוכחתי ביכולת להציע עבודה מקצועית במחירים נמוכים, חקיקה נוחה, מיסים נמוכים, כלכלה ליברלית וכו׳.

ההצלחה בעסקים בין מזרח ומערב אירופה תלויה ביציבות הקשרים, ברצון הטוב לפתח עיסקות, ובהחלט גם בהקלות על המיגבלות שהוצבו ע״י הארצות המערביות, באמצעות ה־COCOM.

# הקשר ישראל - הונגריה

## חשיבות הטלקומוניקציה (תקשורת)

הטלקומוניקציה הוכיחה את עצמה, בזמן האחרון בעיקר כשותפה באירועים היסטוריים שהתרחשו בארצות מזרח אירופה, סין וכו', ולא רק כמכשיר לעדכון פאסיבי.

"מסך הברזל" שהפריד בין הגוש הקומוניסט וארצות המערב, גבולות פיזיים אחרים שנקבעו ע"י ממשלות, וחומר ברלין, לא עמדו מול גלי הרדיו, שידורי הטלויזיה, ותקשורת הנתונים בקווי טלפון, בהעברת המידע על הצלחותיו של העולם המערבי ועל בעיותיהן ומלחמותיהן של ארצות מתקדמות.

מספיק להזכיר שלושה ארועים דרמטיים שהתרחשו בשנה שרק הלפה.

מהפיכת שפיכות הדמים ברומניה (22.12.89) שלטלויזיה באשר התרחש היה בה תפקיד מכריע אולפן השידור נהפך ל"קומנדו" והמהפכה היתה בשידור חי, כך שכל העולם התעדכן בהתרחשויות בו זמנית. בגרמניה מזרחית, זמן קצר לפני נפילת החומות שבין שתי הגרמניות, בלייפציג (אוגוסט 89') המשטרה לא איפשרה לעיתונאים זרים לדווח על האירועים שהתרחשו שם. אבל, לא לקחו בחשבון את התערוכה שהיתה אמורה להתקיים שם בקרוב.

אנשי העסקים הפעילו את אולמי ועידות וידיאו שהכינו עבור התערוכה הפכו אותם לאולפני שידור ובאמצעותם שדרו ברדיו ובטלויזיה מידע מפורט על המתרחש בסין (יוני 89'). כשהסטודנטים יצאו להפגנה, לשינוי ושיפור החיים במדינה, המשטר דיכא אותם בברוטליות רבה. מכונות הפקסימיליה היו אלה, שעזרו לסטודנטים הנמצאים בקמפוסים שונים בהונג-קונג, בארה"ב, ובאירופה להעביר מידע על ההתרחשויות שבכיכר טיינמאן, שהיתה מרכז האירועים.

על חשיבות הטלקומוניקציה והעברת המדיע, נאמר ונכתב רבות. ניראה, שכמו בעץ הדעת, ענפים הדשים צומחים ומצטרפים וקשה היום לדעת, מה יהיה הגבול, שכן צפויה דרישה גדולה בקשרי טלקומוניקציה לארצות מזרח אירופה, הרוצות לבנות משק מודרני וקשרים בינלאומיים יעילים.

הונגריה, יותר בשלה מבחינה פוליטית, חברתית וכלכלית לפסוע בדרך הזאת. וההוכחה לכך - ההסכם לשיתוף פעולה, בתחום התקשורת, שנחתם ב-ספט' 89'. בין ישראל והונגריה, והוא הראשון מסוגו עם ארץ מזרח אירופאית.

## מספר נתונים על הונגריה

הונגריה, ממוקמת במרכז אירופה, בבזין הקרפטי (ציור מס' 2), תופסת שטח של 93,000 ק"מ מרובע. בודפשט, הבירה, עיר יפהפיה וממוקמת על שתי גדותיה של הדנובה, בשטח של 525 ק"מ מרובע. מספר התושבים בהונגריה כ-10.6 מליון ומהם כ-2.1 מליון נמצאים בבודפסט. כ-5 מליון הונגרים חיים מחוץ לגבולות, הונגריה, מהם כ-1.8 מליון ברומניה (טראנסילבניה, איזור הגובל עם הונגריה).

השפה הונגרית אינה דומה לשום שפה אחרת, פרט, אולי, לפינית.

העם ההונגרי אינו סלבי, גרמני או לטיני, הוא עם הונגרי. המטבע בהונגריה הוא ה"פורונט" (USA S =f). מבחינה פוליטית, הונגריה היתה "רפובליקה עממית" עד לפני כמה חודשים כשהמשטר השתנה ל"רפובליקה" רגילה.

## ה-"גלסנוסט", "פרסטרויקה" ו-"טלסטרויקה"

ה"גלסנוסט" ו-"הפרסטרויקה" הרוסיים מובילים ל"טלסטרויקה" - מדיניות בטלקומוניקציה עם שערים פתוחים לשווקים של ציוד ורשתות תקשורת. להבדיל מה"טלסטרויקה" הרוסית, המבוססת על שותפויות עם חברות זרות לייצר ציוד, כגון: מחשבים אישיים, ציוד עבור רשתות תקשורת ציבוריות ופרטיות, רדיו-טלפון התאית, כבל טרנס-סיבריאן בסיבים אופטיים וכו'. הונגריה מעוניינת יותר במתן שירותים אלקטרוניים בין מזרח - מערב.

## מדיניות ותוכניות פיתוח בתקשורת, בהונגריה

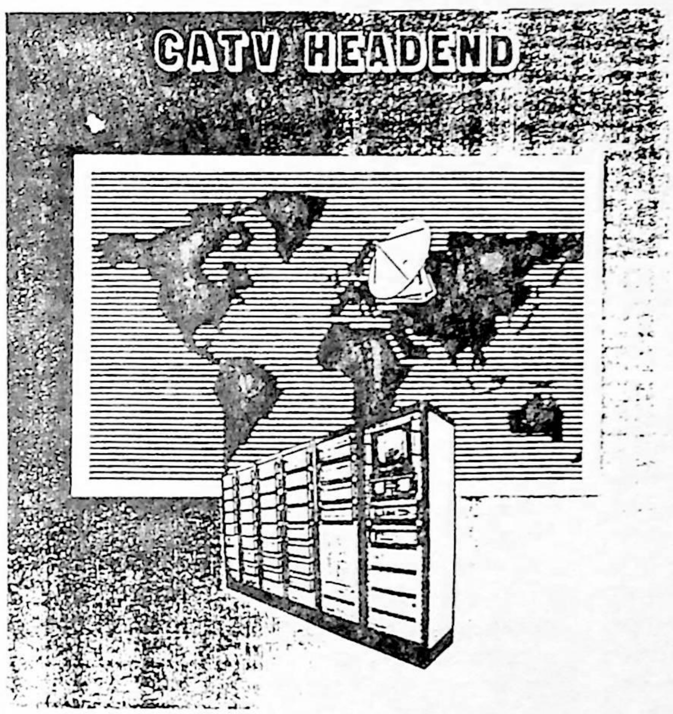
גם בהונגריה, גוברת המודעות לצורך בתקשורת מודרנית, כדי להשתלב בשוק הבינ"ל והכלכלי. לכן, המדיניות היא עידוד יבוא של ציוד והשקעות של זרים ויצירת חברות בשותפות בין גורמים זרים ומקומיים והפרטה (Privatization).

מדווחים בכנס בשוויץ - מונטריי, משנה שעברה, ניתן להסיק, שרשת התקשורת בהונגריה מיושנת ובאיכות ירודה מאוד.

ההונגרים הבינו, שכדי לשפר המצב, יש צורך בשינויים בסיסיים באירגון ובתפיסת המדיניות של התקשורת, כולל הקטנת המונופול הממשלתי, הכנסת תחרות בשירותים נבחרים ובאירגון התעשייתי ואכן, התוכנית המדינית בהונגריה החלה לקרום עור וגידים. בתחילת השנה הזאת, כבר חלו שינויים במבנה התקשורת ובוצעה הפרדה בין הגופים האחראים לדאר, לשידורים לציבור (Broadcast) ולאדמיניסטרציה של התקשורת, שקודם לכן היו גוף אחד, הוא ה-P.T.T ההונגרי. כמו-כן, מתוכננת ה"פרטה" (Privatization) חלקית של האדמיניסטרציה התקשורתית.

תוכנית פיתוח תשתית התקשורת, ל-10 השנים הבאות, כוללת "Upgrading" (שיפור ופיתוח) רשת הטלפון הקיימת, הכנסת שירותי תקשורת חדשים, הקמת שותפויות (Joint rentures) עם חברות זרות, הקלות בחוקים למשקעים זרים, ועוד.

בתוכנית ה-10 שנתית של הונגריה (עד לשנת 2000), מספר קווי הטלפון, אמור לגדול פי ארבעה, מ-800,000 הקווים הקיימים ל-3 מליון מתוכננים (ציור מס' 1), כך שיהיו 29.1 קווי טלפון ל-100 תושבים. במקום 7.6 קווי טלפון ל-100 תושבים הקיימים היום (בארץ, יש כ-33 קווי טלפון ל-100 תושבים). מתוכננת גם מערכת רדיו-טלפון התאית (בארץ, ידוע בשם "פלא-פון"), המתבססת על הלוואה שהתק-







איור מס' 1: רשת טלוויזיה בכבלים - ציוד הונגרי.

בלה מרבנק העולמי (World Bank), עבור רשת ארצית אנלוגית, בתחום של 450 MHZ האמורה להתחיל לתת שירות עוד בשנה זו ורשת סיפרתית לטלפון התאית, של 900 MHZ בשנת 1995.

מתוכנן נסיון לפרוייקט "Turnkey", בשותפות עם משקיעים זרים, בשווי של 77 מליון $ ארה"ב, עבור 50.000 קווי טלפון, באיזורים כפריים, כולל תחזוקת הרשתות.

הונגריה, מגישה מועמדות להתקבל ב-. - C.E.P.T

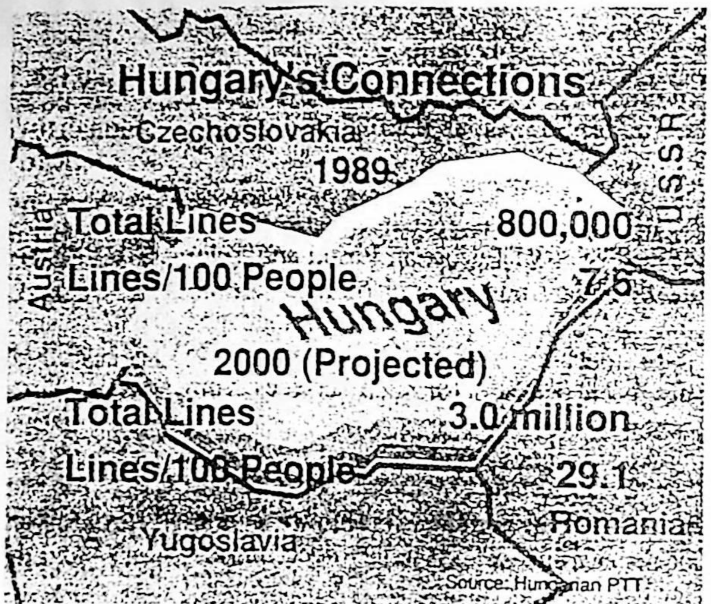
(The Conference of European Postal and Telecommunications Administrations)

כדי לחזק את קשריה עם אירופה המערבית.

קשיים מיוחדים יש להונגרים בגלל החרם נגד הארצות השייכות ל"ברית וורשה" (WarsawPact שגם הונגריה נמנתה עליהן. ה- ("- Coordinating Committee on CocomMultilateral Export Controls המוקם בפריס למעלה מ-20 שנה, מגביל את הציוד החדשי והידע הטכנולוגי בכניסתם לארצות אלה, כדי להבטיח לארצות מערב אירופה יעילות ובטחון.

בעקבות השינויים הפוליטיים המתרחשים במזרח אירופה, הונגריה מצפה להקלות ולגמישות. בשנה שעברה נעשו כמה שינויים בחוקי ה-Cocom, בעיקר במה שנוגע להפסרת התרם על יצוא ציוד לטלקומוניקציה, כגון: ציוד תמסורת סיפרתית, של 45 מליוני סיביות בשניה (Mb/s). ניתן לייבא לארצות מזרח אירופה כבלים מסיבים אופטיים, שהנחיתות בם עד 3 ד"ב לק"מ 3db/km ונשארו בחרם, רק סיבים אופטיים שניחותם הוא עד 1 ד"ב לק"מ (1db/Km) - דבר הנכון גם עבור סין.

גם יבוא של סיבים אופטיים חד-אופניים (Single mode) שוחרר מהחרם, בתנאי ששימושם יהיה רק למטרות אזרחיות. בדיון נמצאים נושאים, כגון ISDN, ומיתוג מנות ויש ציפיות, שה-Cocom יפרסם בקרוב רשימה של ציוד וטכנולוגיות נוספים ששוחררו מהחרם ובכלל, בישיבתה הקרובה (של ה-Cocom) יהיה דיון על שינוי כולל במדיניות כלפי מזרחי אירופה.




*איור מס' 2: בהונגריה - מספר קווי טלפון קיים ומתוכן לשנת 2000; מספר קווי טלפון ל-100 איש, קיים ומתוכן לשנת 2000.*

## צעדים ראשוניים בשיתוף הפעולה של משרדי התקשורת ישראל - הונגריה

מחברת המאמר ביקרה במכון לחקר הטלקומוניקציה בבודפסט, מיד לאחר חתימת הסכם שיתוף פעולה בין משרדי התקשורת של ישראל והונגריה, כאורחת של מנהל הפרוייקט למחקר הטלויזיה בכבלים.

בגלל החרם שנזכר לעיל ובכדי לשפר תנאי התקשורת בהונגריה, פותח פתרון מקורי, יחיד במינו עבור ארצות מזרח - אירופה (אין הערכה לגבי הארצות מערב - אירופה), בשימוש רב-תכליתי, דו-כווני ואינטראקטיבי של רשת טלויזיה בכבלים (טל"כ).

רוב הציוד של הרשת הוא תוצרת הונגריה, כגון מוקד התפעול של חב' - - H.T. Hungarya'nTelec (ציור מס' 1) כשהמתג החכם שבמרכז הכוכב הוא אנגלי - Cable Time (ציור מס' 3).

הגירסה הזאת, נותנת אפרויות חדשות לשירותים הבסיסיים ועבור שירותי ערך מוסף והפיתוח בהמשך הוא מודולרי. אפשר לקבל



*תמונה מס' 2: המשלחת ההונגרית בביקור בתערוכת "89' Broadcast" בארץ, התקבלה במשרד התקשורת.*



*תמונה מס' 1:*
*נד יעקבי, שר התקשורת לשעבר, מקבל פניה של המשלחת ההונגרית, בתערוכת "89' Broadcast" מסמאל לימין: השר, מר סנדור סטפלר, מר גיזה קורומפאי, מר אלק נאמצ'קס (הונגריה) וגב' רוזליה בינס (ישראל).*

טלויזיה בתשלום בערוצים מיוחדים וגם שירותים מוזמנים ע"י המשתמש, כמו קניות מהבית - (Home Shopping).

למשתמשים יש קופסת התאמה (Set-top units, TV adapters) המשמשת גם כמודם וגם כממשק.

מיתוג הערוצים נמצא בצומת המיתוג הקרוב לבית המנוי, ב-Switched Star Point) S.S.P שהוא ממוחשב; כל השירותים המוספים מבוקרים ע"י המחשב. הפעלתה, בקרתה ותחזוקתה, של המערכת טל"כ, נעשות בעזרת מחשב IBM-AT.

בנסיון להדק הקשרים עמנו, נענתה משלחת מומחים הונגרים, ממשרד התקשורת והתעשיה, להזמנתנו לבקר בתערוכה הראשונה בארץ, בנושא טל"כ, "Broadcast 89" באוקטובר/נובמבר, בגני התערוכה.

המשלחת קבלה תשומת לב מיוחדת, גם מטעם משרד התקשורת וגם מטעם גורמים עסקיים ומקצועיים אחרים.

המשלחת ההונגרית הוזמנה ע"י מנכ"ל משרד התקשורת וקבלה הסברים מפורטים על הנעשה בארץ בתחום הטל"כ, הכיוונים העתידיים, ההתלבטויות וכו'.

## מספר נתונים על תעשיית המידע בהונגריה

בנתונים שפרסם אירגון "John Von Neumann" למדעי המיחשוב, מבודפסט, צויין שלמרות שהפיתוח בתחום הזה הולך וגדל, יש התוצרת המקומית תופסת יותר ויותר מקום (ציור מס' 4), קיים פיגור של כמה שנים, ביחס לארצות המפותחות, המערביות.

הסיבות לכך נמצאות בין היתר, גם בחוק של המידע ("Information Law") שהם מתכונים לדון על כך בפרלמנט ולפתח גם כאן התדיינות של גופים ואישים זרים, בהתאם לחוק, בפעילויות ה"מידוע" (Informatics) בהונגריה. סיבות אחרות, כגון: המבנה הכלכלי המיושן של החברה, רמת ההשכלה הנמוכה של החברה כולה, וחוסר שווקים, מונעות הכנסת מערכות מיחשוב ומידע.

בכל זאת, העבודה בתחום המידע, תופסת יותר ויותר מקום לכך גם השירותים (ציור מס' 5).

## סיכום:

לשיתוף הפעולה בין ישראל והונגריה, יש פוטנציאל גדול, גם בתחום העיסקי, בתחום המחקר, בהחלפת ידע ונסיון וגם בתחום הקשרים הבינ"ל ובתמיכה הדדית לקידומב באירגונים שונים.

יש לקוות שלהתחלה הטובה יהיה גם המשך פורה.

# תקשורת, מידע ומזרח-אירופה בדרך לדמוקרטיה

השינויים הפוליטיים במזרח אירופה, שכבר התרחשו, ואלה הנמצאים בתהליך, ישפיעו לטווח הקצר והארוך על תהליך המודרניזציה של התקשורת, המחשבים והמידע במדינות אלה.

קיימים מספר גורמים מעכבים בהתפתחות התהליך, ביניהם החרם של ה־COCOM (COORDINATING COMITTEE ON MULTILATERAL EXPORT) מול הארצות השייכות ל'אמנת וורשה', בעיקר בנושאי היי־טק.

הציפיות הן שגישה זו תשתנה.

המדינות השייכות ל'גוש הקומוניסטי' מהוות שוק פוטנציאלי בתחום הטלקומוניקציה, המוערך ביותר מ־100 מיליון דולר. איחוד השוק בין מזרח ומערב אירופה, יצור שוק שכ־500 מיליון איש יקחו בו חלק.

מטה ה־COCOM ממוקם בפאריס. כלולות בהסכם 17 מדינות, ביניהן 14 ארצות אירופה, ארה"ב, יפן ואוסטרליה.

בחודש פברואר הוחלט על הקמת קבוצות עבודה שמטרתן למצוא דרכים מתאימות להכנסת הקלות בחרם הקיים, המתייחסות לציוד וטכנולוגיות תקשורת מודרניות, תוכנה, מחשבים וכו'.

על־פי הגישה החדשה היצוא לארצות מזרח אירופה יחולק לשתי קטגוריות, לגביהן תופעל מדיניות שונה:

- הפחתת ההגבלות לארצות כמו הונגריה ופולין, שהסכימו לביקורת מצד הארצות המערביות.
- המשך ההגבלות על יצוא לבריה"מ, תוך הקלה כלשהיא.

כדי לזרז את הפעלת ההקלות, ה־COCOM שינה את מועד קיום הוועידה שלו, מחודש ספטמבר, לחודש מאי השנה.

המאמר סוקר התקדמויות בנושא, ומביא מספר תוצאות מהשינויים בתקשורת ומידע בארצות מזרח אירופה, על רקע השינויים הפוליטיים שהתרחשו בהן, ושינוי בגישת ה־COCOM בעקבותיהם (ציור מס' 1).

## ברית המועצות

במקביל לפעולות ה־COCOM, כלפי הגוש המזרחי, חלו שינויים גם בבריה"מ מבחינת המדיניות בתחום התקשורת והמידע: הסובייטים מאפשרים ביקורת מצד מפעלים ציוד לבריה"מ, כדי לבדוק אם נעשה בו שימוש למטרות אזרחיות או לא.

בארה"ב, חברת 'בל קולורדו', לדוגמא, עוקבת אחר השינויים בעמדת ה־COCOM, בגלל ההסכם עם משרד התקשורת הסובייטי, לבניית קשר בכבל־אופטי טרנס־סיבירי, ששוויו כ־500 מיליון דולר.

מפה סכימתית של אירופה




כאשר החברה ביקשה את אישורה של ה־COCOM, ארה"ב הבטיחה שהיא תהיה מסוגלת לבדוק פיזית שבריה"מ לא תעשה שימוש צבאי בכבל.

הכבל יקשר בין אירופה ויפן, ובכך יצור גשר בין מערב ומזרח, ובו־זמנית יהווה מתחרה לתקשורת הלווינית.

שמו של הכבל – TRANS-SOVIETIC LINE T.S.L. יהיו לו שלוש מטרות:

- להעניק שירותי תקשורת למערב־מזרח;
- להכניס מודרניזציה לרשת הטלפון הקיימת, המפגרת ב־40 שנה;
- להיות רזרבה למיקרי חרום.

הכבל האופטי שאורכו מעל 13,000 ק"מ, יעביר נתונים ודיבור במהירות של 565 מיליוני סל"ש, בין יפן לבריה"מ. השירות אמור להיכנס לתוקף בשנת 1994.

תוכנית בניית הכבל האופטי קיבלה תמיכה ממשרדי התקשורת של דנמרק, בריטניה, איטליה, מערב־גרמניה, יפן, ארה"ב ואוסטרליה.

בסוף שנת 1989 הוקמה חברה מיוחדת לטפל בנושא ששמה: SOVIET LINE DEVELOPMENT CORP. הבעייה היא, שלצורך ביצוע הפרוייקט, בריה"מ זקוקה לטכנולוגיה מודרנית של סיבים אופטיים וציוד ספרתי מתקדם. רובו של ציוד זה אינו מאושר ע"י ה־COCOM.

תוכניות נוספות לוקחות בחשבון שמהכבל האופטי הטנרס־סובייטי יהיו שלושה פיצולים: האחד דרך הים הבלטי לקופנהגן; השני לצ'כוסלובקיה ואירופה המרכזית והשלישי בין סבסטופול, דרך הים השחור והים התיכון, לאיטליה.

על הפרק עבודות תכנון, להרחבת הקיבולת של הסיב־אופטי ל־565 מסל"ש, 2.5 אלפי מסל"ש ו־10 אלפי מסל"ש (GB/S).

הרשת הטרנס־סובייטית, תהווה כנראה את הסיב־האופטי הארוך ביותר בעולם.

הכבל האופטי, יחד עם תקשרות לוויינית, יאפשרו גם קשר־פנים בבריה"מ, ולא רק קשר בינ"ל.

המערכת לתמסורת אופטית מיוצרת בבריה"מ ומתאימה לתקנים אירופאיים EUROPEAN CONFERENCE OFCEPT POSTAL AND TELECOMMUNICATIONS ADMINISTRATIONS. שיטת הריבוב מאפשרת יצירת מהירות של 140 מסל"ש עבור 68 אותות של 2 מסל"ש.

בשלבים מתקדמים, נמצאים ניסיונות לשימוש במגברים שבהם אין צורך לבצע המרה אלקטרו־אופטית ולהיפך, וע"י כך להביא לחיסכון.

בנוסף לתוכניות המוזכרות לעיל, ישנן תוכניות לחבר את ה־TSL גם עם אוסטרליה, דרום־אסיה וצפון־אמריקה.

כבלים תת־ימיים יחברו את מפרץ סואץ דרך האוקיאנוס ההודי, למערכת TSL ואת צפון אמריקה, דרך כבלים תת־ימיים שבים התיכון.

כבל ה־TSL מקשר את יפן עם בריה"מ, דרך הים עד וולדיבוסטוק, ומשם משתרע, במקביל למסילת הרכבת, הטרנס־סיבריין עד למוסקבה; ממוסקבה הוא עובר דרך הים הבלטי ומחבר את קופנהגן.

לאחרונה הודיעה גם מערב גרמניה על תוכנית לבניית כבל בסיבים אופטיים שיקשר בין: פרנקפורט־ברלין־וורשה־מוסקווה, וייתכן שיתחבר למערכת סיבים אופטיים TSL ויהיה גם פיצול עבור פראג.

הכבל, שמתכנן ה־DEUTCHE BUNDESPORT TELEKOM, מוערך ב־60 מיליון דולר ונקרא CENTRALE STRECKE (ציור מס' 2).

זה יהיה הכבל האופטי הראשון בין אירופה למרחק גדול מאד, והקשר יעשה בין הארצות הדמוקרטיות החדשות ממזרח אירופה למערב.

בתחום האלקטרו־אופטיקה והלייזרים, לאנשי מדע ומחקר סובייטים הצלחות גדולות בתחומים כמו לייזרים, העובדים בתחום ה־$10^{-12}$ שניות (פיקושניות) ו־$10^{-15}$ שניות (פמטושניות).

לאחרונה הוקמה חברה משותפת סובייטית־אוסטרית TECHNOEXAR INC. לנינגרד לשיווק לייזרים.

בכל מקרה, בהשפעת ה'פרסטרוייקה', המחקרים באופטו־אלקטרוניקה יוצאים מגדר הסודיות שבמעבדות, ועוברים לתחום המסחרי.

למרות זאת, בתחום תמסורת הסיבים האופטיים, הסובייטים נמצאים באיחור של שש עד שבע שנים מול ארה"ב או יפן: הם מעבירים דרך סיב־אופטי חד־אופני, רק 140 מסל"ש, לעומת ארצות מערב או יפן, המעבירים 1700 מסל"ש.

רק 100 ק"מ כבל אופטי הושחלו בין לנינגרד למינסק (בשנת 1989).

תחום נוסף, שגם היצרנים מארה״ב וגם המשתמשים בבוריה״מ מתעניינים בו, הן רשתות תקשורת מקומיות, שיחד עם מחשבים אישיים יכולות להעביר נתונים במהירויות גדולות ולהגדיל את עוצמת השימוש בהם. אך גם בתחום זה יש פיקוח של ה־COCOM.

גם בתחום התוכנה, חלק התקדמויות, בעיקר בהגנה על זכויות היוצרים. הסכם בנושא זה נחתם במוסקווה, בין אנשי מחקר, תוכניתנים ומנהלים סובייטים לבין ספקי ציודי ותוכנה מארצות המערב.

כיום, העתקת תוכנות מערביות אינה מהווה עבירה בבריה״מ. ארצות מערב אירופה דורשות שינוי בחוק, כדי להגן על זכויות היוצרים על התוכנות שלהן.

למרות שטכנולוגיית מיתוג־מנות X.25, עדיין נמצאת במסגרת החרם, היא חדרה לבריה״מ דרך ארצות המזרח התיכון:

יותר מ־50 פרוייקטים משותפים נרשמו באמצע השנה שעברה, בין ארצות המערב, למשרד סחר החוץ של בריה״מ; שני שלישים מפרוייקטים אלה הם בתחום התקשורת והתוכנה עבורה, כדי לאפשר קשר אלקטרוני עם השותפים העסקיים וכדי לקבל גישה לבסיסי נתונים בינ״ל.

INFOCOM, חברה פינית־רוסית, היא הראשונה שתספק שירותי מידע ותיצור קשר עם רשתות נתונים בינ״ל, בסיסי נתונים, תמסורת נתונים בינ״ל, שירותי מידע למשתמש, התקנה, אחזקה, חכירה וכו׳.

המכון למחקר מערכות אוטומטיות במוסקווה, שותף בחברה SOVAM TELEPORT יחד עם חברה אמריקאית. חברה זו תשתמש באפיקי תקשורת לווינית, במהירויות גבוהות, שהוקמו במיוחד כדי ליצור קשר בין הצמתים של IAS וה׳טלפורט׳ מסאן־פראנציסקו למוסקווה (ה׳טלפורט׳ הוא מרכז תקשורת לויינית).

חברה אחרת שבה שותפה חברה אוסטרית, מתכננת להציע שירותי עיבוד נתונים וטלפון ציבורי מופעל בעזרת כרטיסים בקריאה אופטית, בכל רחבי בריה״מ.

GOSBANK – הבנק הסובייטי לחסכונות, מתכנן להכניס אוטומציה, שככל הנראה תשתמש במעבדים רוסיים ומחשבי שולחן תואמי יבמ המיובאים מאסיה.

גם הבנק לסחר חוץ ממוסקווה מתכנן אוטומציה מבוססת תוכנה וחומרה מחב׳ ׳וונג׳, כדי ליצור קשר עם בנקים זרים.

בו־זמנית, רשויות מקומיות שונות מבריה״מ בודקים עם ערים שונים ממערב אירופה וחברות פרטיות, אפשרויות להקמת מרכזי עיבוד נתונים, המשתמשים בחומרה המערבית.

חברה אמריקאית בשם SPORINT COMMUNICATIONS CO. חתמה על חוזים עם בריה״מ, לחבר לרשת הבינ״ל שלה של דאר־אלקטרוני ורשת ציבורית להעברת נתונים, משתמשים מרחבי בריה״מ.

החוזים נחתמו עם THE CENTRAL TELEGRAPH OF THE SOVIET MINISTRY OF POST AND TELECOMMU-NICATIOMS ועם המכון לאלקטרוניקה ומדעי המחשב באקדמיה הלאטבית למדעים.

הקבוצה הראשונה מתמחה בטלקס, מברקים והעברת נתונים בינ״ל ופנים־ארציים במהירויות נמוכות. השניה מתמחה ברשתות מחשבים, תוכנה וחומרה להעברת נתונים במיתוג־מנות.

חברת SPRINT, ושני ארגונים סובייטים, יקימו חברה משותפת TELENET USSR שתפעיל מרכזת מיתוג שתתחבר לרשת בינ״ל לדאר אלקטרוני ורשתות נתונים של חברת SPRINT. בחברה המשותפת הזאת, לחברת ספרינט בעלות של 50% והיא מספקת ציוד TELENET להעברת נתונים, בכל רחבי בריה״מ.

בשלבים ההתחלתיים, מתנהלים מגעים גם בכיוון קיום קשר טלפוני ישיר, בין חברת ספרינט ובריה״מ.

חברות אחרות ממדינות שונות כמו, מצרפת, אנגליה, ואיטליה עקפו את ה־COCOM ומכרו ישירות לבריה״מ טכנולוגיה מתקדמת.

## רומניה

ארגון ׳ווטלסט׳ לתקשורת לווינית אירופאית, פתח את שעריו לפולין (במרץ 90׳), וצפוי שגם רומניה תצטרף בהקדם.

רומניה מעוניינת לבנות תחנה לווינית קרקעית עבור טלפון בינ״ל סיפרתי, ובנוסף לכך להשתמש בה גם לצורכי שידורי טלוויזיה מזדמנים, וקליטת תוכניות טלוויזיה שכבר משודרות באירופה דרך ׳ווטלסט׳.

בימי המהפכה ברומניה, דצמבר 1989, רשת נ.בי.אס. היתה צריכה להתקשר טלפונית למשרדה בפראג ורק כך יכלה ליצור קשר עם בוקרשט.

צרפת הציעה לרומניה השנה, הקמת מרכזת טלפון לאומית ובינ״ל, עם ציוד של חברת ALCATEL. בנוסף, חברת בת של הטלקום הצרפתי תציע לרומניה פרוייקט לתחנה לווינית קרקעית, ליצירת הקשר עם לוויני ארגון EUTELSAT. הטלקום הצרפתי תומך גם בבקשתה של רומניה להתקבל ל־EUTELSAT.

## פולין

בכוונת ממשלת ה׳סולידריות׳ של פולין, לרכוש מארה״ב מחשבי ׳אפל׳ וציוד עבור הטלקומוניקציה הפולנית. בקשתם נענתה בשלילה אשתקד.

בו־זמנית, סין, למרות שדיכאה באכזריות את התנועה הדמוקרטית של הסטודנטים במאי אשתקד, יכולה לרכוש מחשבים החזקים פי 10 מאלה שלא אושרו לרכישה ע״י פולין. הודות לרכישות של ציוד לווינים אמריקאי, סין תגיע בקרוב למצב שבו תהיה אחת הארצות בעלת התקשורת המתקדמת ביותר. ב־1985, המדיניות היתה לעודד את סין להשתחרר מהמרקסיזם־לניניזם. מאמצי הונגריה ופולין לקבל את אמונתה של ארה״ב לא הצליחו, בגלל החשש שבצורה זו או אחרת, הגישה לטכנולוגיה המערבית תעבור לבריה״מ.

אותו שיקול עומד מול כל מדינה ממזרח אירופה, המחליטה להתרחק מההשפעה הכלכלית/בטחונית מבריה״מ, אך, כפי שההונגרים טוענים, אין אפשרות לבנות כלכלה מהשורה הראשונה, עם טכנולוגיה מהשורה השלישית, ואי־אפשר ליצור כלכלה מודרנית, אם אין אפשרות להתחרות בשוק.

מאידך, טוענים האמריקאים ששתי הארצות (פולין והונגריה) שייכות להסכם ורשה. שתיהן חברות ב־COMECON, הברית המורכבת מ־10 מדינות ובה שולטים הסובייטים, ולשתיהן קשרים הדוקים עם הק.ג.ב. אך היום, ה־COMECON כבר מת וכך גם ׳הסכם ורשה׳. פולין, הונגריה, צ׳כיה, בולגריה, רומניה משתחררות מבריה״מ.

בעקבות הקדמת מועד ועידת COCOM מספטמבר לחודש מאי השנה, חב׳ ׳אלקטל׳ הציעה לפולין מרכזת בינ״ל מבוססת בשיטת אותות מתקדמת, הנקראת SIGNALING SYSTEM 7 S.S 7 מבוקרת COCOM.

גם חברת AT&T הציעה מרכזת בינ״ל, אך דור ישן יותר, ללא S.S.7.

בקשתה של פולין להתקבל לארגון תקשורת הלוויינית האירופאית, מהווה אף הוא נושא לדיון, והוא בעל חשיבות כשמדובר באיחוד הטלקומוניקציה בין מזרח למערב אירופה.

ארגון ה־CETP הארגון האירופאי לדואר וטלפוניה, מתכוון כנראה לקבל אליו את פולין והונגריה, וכנראה גם ארצות אחרות.

נציגי 16 חברות מארה״ב, שביניהן AT&T, MOTOROLA INC. .BELL ATLANTIC CORP. וכו׳, היו בפולין בחודש בפברואר השנה, כדי לבדוק את ההצעות של יצרנים פולניים לבניית שותפויות עם מפעלים זרים.

למרות שלבנק ליבוא ויצוא של ארה״ב מותר להעניק הלוואות קטנות לצורכי איזון עיסקיים לממשלות אחרות הזקוקות לכך, יש ספק אם הוא יעניק גם לפולין, בגלל החובות הגדולים שיש לה כבר.

# תקשורת ומידע ומזרח אירופה

**הודות לתהליך הליברליזציה שה־COCOM, החלה להפעיל, 39 טכנולוגיות מתקדמות שהיו אסורות לשיווק במזרח אירופה כבר קיבלו אישור יצוא ביניהן מיתוג מנות X.25, מרכזיות אוטומטיות בשיטת אותות S.S.7 סיבים אופטיים ולייזרים. מומחים, סבורים, שאם מדינות מזרח־אירופה רוצות להצליח בשיפור הכלכלה שלהן, עליהן להתחיל לפעול קודם כל בתחום התשתית התקשורתית.**

## צ'כוסלובקיה

בתחום ציוד המיקרו־גל נירקמת עיסקה בין צ'כוסלובקיה וצרפת. הציוד הנרכש מחברת TRT הצרפתית, מיועד להביא למודרניזציה של הקשר בחלק הדרומי של המדינה, בין ברטיסלביה ו־קוסיצ'ה, לאורך 400 ק"מ. הציוד אמור להיות מופעל השנה.

## גרמניה

עד סוף שנת 1989, הקשר הטלפוני בין שתי הגרמניות היה מצומצם מאוד. לאחר נפילת החומה ושינויים בממשלת גרמניה המזרחית, מתרחשים שינויים רבים, כאשר באיחוד גרמניה, ממלאת התקשורת המאוחדת תפקיד מרכזי: דיבור, תקשורת ניידת, תקשורת נתונים, קווי מעבר (TRANSMIT) לברלין המערבית, שרותים בעלי ערך מוסף וכו'.

מתוכנן, שעד המחצית הראשונה של השנה הנוכחית, קישרי הטלפון בין מזרח גרמניה ומערב גרמניה, יתרבו, ובסוף השנה יוכפלו פי ארבעה. זאת, בעיקר, כתוצאה מהתקנת סיב־אופטי בין מערב־ברלין למזרח־ברלין, והכנסת מרכזת בינלאומית הדשה שהותקנה באחרונה. ההתפתחויות כוללות בין היתר: ריבוי לקראת שנת 1992, מתוכנן שרשת־על סיפרתית ממזרח גרמניה, תתקשר ישירות לרשת הטלקום של מערב־גרמניה, ורשתות תקשרות נתונים במיתוג־מנות, יחברו את שני חלקי גרמניה.

תוכניות לטווח הארוך יותר, מנצלות את מיקומה של גרמניה, כנתיב מעבר לקווי תקשורת מהירים בין מערב למזרח אירופה. הקשר הראשון, הצפוי בשנת 1993, יהיה בין פרנקפורט ומוסקבה, דרך ברלין.

לצורך כך, כבר הוחל במערב גרמניה תהליך של הגדלת קיבולת קווי התקשורת: 15 קשרים בכבלים אופטיים, המגדילים ב־30,000 קווי טלפון את הקיבולת העכשווית. קשר סיב־אופטי נוסף, המתוכנן לסוף 90', צפוי להגדיל את הקיבולת ב־30,000 קווי טלפון סיפרתיים נוספים.

כתוצאה מהשינויים הפוליטיים, מערב גרמניה הסכימה לאחרונה לסייע למזרח גרמניה, לבנות רשת תקשורת סיפרתית לאומית. הסיוע יהיה בתחומי התכנון, ההפעלה, ההחזקה וההדרכה. רשת־על זו, שתופעל במזרח גרמניה, מתוכננת לשנת 1990/91. היא תעניק שרות תקשורת מקומית ותקשורת למרחקים גדולים לערים הגדולות, ותיצור רשת משותפת עם מערב גרמניה, ככל הניראה, עקב תאימות ביניהן.

בסה"כ, תוכניות הפיתוח של גרמניה המזרחית, לפי הערכת הגורמים המוסמכים, יגיעו ל־7 אלפי מליוני דולרים בטווח הארוך, כדי להגיע לתיחכום ולחדירה דומים לאלה של מערב גרמניה.

כחלק מעיסקת רשת־העל, חברת SEL ALLATEL משטוטגרט, חתמה על חוזה עם משרד התקשורת המזרח־גרמני, לאספקת 14 מרכזיות SYSTEM 12, עבור 34,000 קווים ומרכזת סיפרתית למרחקים גדולים עבור 12,000 קווים.

חברות כמו SIEMENS ,SEL, PKI, שהן יצרניות ציוד התקשורת הבולטות בגרמניה המערבית, הודיעו שהן מתכננות לכלול את מזרח גרמניה בתוך פעילותן, כאשר יצרן ציוד התקשורת העיקרי של גרמניה המזרחית RET הודיע, שיפסיק לייצר את מרכזות הטלפון הסיפרתיות BKS 2000, שהיו מיועדות לגוש המזרחי ובריה"מ, אשר אינן תואמות את הטכנולוגיה של גרמניה המערבית.

לפי ההודעות, מתכננות שתי הגרמניות איחוד שני משרדי התקשורת, כשהצעד הראשון בכיוון זה, הוא הקמת POST UNION. המטרה העיקרית של האיגוד, היא קביעת סטנדרטים ושירותים משותפים. בעתיד כל המערכות החדשות בשתי הגרמניות יהיו על בסיס הסטנדרטים הפאן־אירופיים.

שני אירועים חשובים שהתרחשו בתחילת השנה: היריד בלייפציג והיריד בהאנובר, משקפים את המהפך שחל במזרח אירופה.

בלייפציג, השוכנת במזרח גרמניה, שם המשחק בעסקים היה תחרות חופשית. היריד הכיל את כל מרכיבי שיטות השיווק הקפיטליסטיות: פירסומות המבוססות על מחשבים יפנים, השכרת ציוד וידאו, וכו'. נחתמו חוזים עיסקיים במקום, והוקם לראשונה בנק נתונים שהכיל את שמות החברות השונות. משני צידי הגבול, המכיל 74,000 שמות.

בתערוכת 'סביט 90' שהתקיימה בהאנובר שבגרמניה המערבית, בניגוד לשנים הקודמות, בהן מספר משתתפי מזרח גרמניה היה מוגבל ל־30 איש, השנה המספר היה בלתי מוגבל.

במרחק כ־120 ק"מ מ'מסך הברזל' תערוכת סביט, הנחשבת לגדולה בעולם בתחום התקשורת והמידע, פותחת בעקבות הפסקת 'המלחמה הקרה', פוטנציאל עסקים בהיקף של כ־500 מיליון דולר לעומת 320 מילון דולר אשתקד.

יצויין כי רק חברה מזרח גרמנית אחת 'רובוטרון', השתתפה בסביט והיא הקטינה את שטח התצוגה שלה ב־100% לעומת 1988. בין ארצות מזרח אירופה, בלטה הונגריה, ששטח התצוגה שלה היה קטן פי כמה לעומת שיטחה של חברה מערבית כלשהיא. מבולגריה השתתפו שלוש חברות, אבל גם הן הקטינו את שטחן בתערוכה ב־60% לעומת 1988.

אחת הסיבות לחוסר ההשתתפות של ארצות מזרח אירופה, נובע מקשיי תשלום וחוסר מטבע זר.

## הונגריה

בתחילת השנה, משרד התקשורת ההונגרי התפצל ל־3 גופים: חברת הטלקומוניקציה, חברת הדואר וחברה לשידורים לציבור. לשלושת החברות, שהן עצמאיות מבחינה כספית, יש מכון משותף למכון למחקר ופיתוח.

ממשלת הונגריה מעודדת שותפויות עם חברות זרות, וכבר לפני הפיצול, הוקמה חב' B.H.G ההונגרית לטלקומוניקציה, המהווה שותפות עם החברה הקנדית NORTHERN TELECOM ואוסטריה, ומטרתה לספק מרכזיות טלפון לשוק ההונגרי.

החברה תהיה ממוקמת בבודפסט, ולה תוכנית לאספקת 400,000 קווי טלפון לשנה, למגזר הממשלתי והפרטי. (עד כה, ל־B.H.G היה מונופול לאספקת מרכזיות ל־PTT ההונגרי).

חב' (WEST-GERMANY – ALCATEL'S SUBSIDIARY) SEL חתמה הסכם שותפות עם החברה ההונגרית VIDEOTU, להקמת חברה משותפת בשם:

VIDEOTON – SEL TELECOMMUNICATION

לכל צד 47% בשותפות, והיתרה שייכת לבנקים גרמניים והונגריים.

השותפות מתבססת על יצור מרכזות טלפון 12 SYSTEM באמצעותן יסופקו ב־1992, 300,000 קווי טלפון.

עד עתה ל־SEL היתה אפשרות להשתתף במערכות אזרחיות של ה־NAVIGATION ובטכנולוגיית בקרת התעבורה (TRAFIC).

נסיונות החברה להחדיר תהליכי מודרניזציה של התקשורת ההונגרית עוד ב־1983, לא נשאו פרי, עקב חרם ה־COCOM.

חב' דרום־קוראנית (SAMSUNG ELECTRONICS) יחד עם החברה ההונגרית ORION, הקימו חברה משותפת שעומדת לייצר ציוד תקשורת, כולל מרכזיות אוטומטיות PBX. החברה המשותפת היתה אמורה להשתתף במיכרז בחודש מרץ השנה, ליצירת 40,000 קווי טלפון PBX עבור התקשורת ההונגרית. אם תזכה במכרז, החברה מתכננת להרחיב את קו היצור שלה למוצרי תקשורת אחרים, גם עבור השוק ההונגרי והשוק הפולני.

החברה חתמה על זיכרון דברים עם פולין לעסקה של 50 מליון דולר, לאספקת מרכזיות ציבורית, בהתאם לדרישותיהם.

גם בתחום המחשבים, דיגיטל האמריקאית, הודיעה על הקמת שותפות עם חברההונגרית, שתימכור מחשבי מיקרווקס שלה לשימושים עסקיים בתחומים לא רגישים, וכן תגיש שירותי תמיכה בתוכנה, תחזוקת החומרה והדרכה.

במסגרת השותפות, לחברה ההונגרית 24.5% ולדיגיטל 51% מההשקעה, כאשר יש לה אופציה לרכוש מאוחר יותר, גם את החלקים

האחרים.למעשה, מחשבי PDP-11 של דיגיטל וגם VAX, נמצאים כבר בהונגריה זה שנים. בתהליך ה'הפרטה' שהחל בהונגריה, קיימות תוכניות לבניית תחנת רדיו FM בבודפסט (RADIO BRIDGE). התחנה הקשורה לקול אמריקה באירופה תהיה משותפת להונגריה וארה"ב.

בתחום 'הרדיו התאי' (הדומה ל'פלאפון' בארץ) נחתם חוזה להקמת חברה משותפת ע"י חברה אמריקאית והדואר ההונגרי. זאת, להקמת ואחזקת רשת לאומית לטלפון התאי. הרשת, תהיה אנלוגית, בתחום ה־450 מה"ץ, והיא הראשונה מסוגה במזרח אירופה.

בשותפות, 51% מהבעלות שייכת לדואר ההונגרי ו־49% לחברה האמריקאית. ההשקעה הראשונית היא 10 מיליון דולר. השלב הראשון של הרשת, יכיל כ־50 אלף מינויים בסוף שנת 90', כאשר הפרוייקט אמור להיות מושלם עד סוף שנת 1991.

למרות שהטכנולוגיה עצמה אינה מתקדמת ביותר, השימוש ברדיו־טלפון התאי, מהווה שיפור בקשרי טלפון, שעד היום-אינם מספקים את הדרישות. כיום, קיימים בהונגריה כ־12 קווי טלפון ל־100 איש (בישראל, לצורך השוואה, יש כ־33 טלפונים ל־100 איש). הבקשות הממתינות נעות בין 300 ל־500 אלף קווי טלפון. בעיר כמו בודפשט, לדוגמא, ניתן להמתין אפילו 13 שנה עד להתקנת טלפון.

הרשת התאית שעומדת לקום, היא קלה להתקנה, והמינויים יוכלו להתקשר בין תאים, דרך רשת הטלפון הציבורית.

החברה המערבית אמריקאית שהוקמה, היא שותפה לקונסורציום אנגלי, שקשור ב־PERSONAL COMMUNICATION NETWORK PCN -, מה שמאפשר לה לשלב את הונגריה ברשת פאן־אירופית לתקשורת תאית טיפרתית. החברה הגרמנית סימנס, משווקת מצידה את חבילת התוכנה ההונגרית 'RECOGNITE' המבוססת על זיהוי אותות.




הכבל האופטי CENTRAL STRECKE מתוכנן ע"י מערב-גרמניה

גם בין ישראל והונגריה נחתם בבודפסט, באחרונה, חוזה לשיתוף פעולה בתחום המחקר והפיתוח בנושאי תוכנה, מערכות בקרה וכו'. בשלב הראשון, כל אחד מהצדדים ישקיע מיליון דולר. מטעם ישראל חתם על החוזה משרד התעשייה והמסחר. צפוי, שבנוסף יוקמו גם שותפויות בין חברות ישראליות לחברות הונגריות, במסחר במוצרים טכנולוגיים שפותחו או לייצור מוצרים חדשים ולשיווקם.

## סיכום

הודות לתהליך הליברליזציה שה־COCOM, החלה להפעיל, 39 טכנולוגיות מתקדמות שהיו אסורות לשיווק במזרח אירופה כבר קיבלו אישור יצוא ביניהן מיתוג מנות X.25, מרכזיות אוטומטיות בשיטת אותות S.S.7 סיבים אופטיים ולייזרים.

מומחים, סבורים, שאם מדינות מזרח־אירופה רוצות להצליח בשיפור הכלכלה שלהן, עליהן להתחיל לפעול קודם כל בתחום התשתית התקשורתית.

יתכן שבגלל ההכרח, מדינות אלה תוך זמן קצר יגיעו לתקשורת מתקדמת ויעילה כמו זו הקיימת בהרבה מארצות המערב.

# תקשורת, מידע ומזרח אירופה בדרך לדמוקרטיה - צ'כוסלובקיה

לאחר הרפורמות הפוליטיות הדרמטיות האחרונות, גם ממשלת צ'כוסלובקיה נקטה בצעדים חשובים בהקשר לשיפור התקשורת בכלל ושידורים לציבור בפרט.

לצ'כוסלובקים מודעות רבה לעובדה שהטלקומוניקציה מקבלת מעמד של 'אינפרסטרוקטורה' בחברה המודרנית. הם מרגישים שהם ראויים לחיות בחברה שכלכלתה מבוססת מידע, כאשר הטלקומוניקציה בדומה למים, חשמל, כבישים, שדות תעופה וכו', צריכה להיחשב כתשתית.

כמו־כן, מודעים אזרחי צ'כוסלובקיה, להשפעת הטלקומוניקציה על קשרים בין־לאומיים ופנימיים ולחשיבותה הכלכלית והחברתית. זוהי הסיבה לכך, שפעילותם הולכת ומתרחבת גם בתחום המידע והתקשורת.

במאמר מובאים מספר נתונים וחידושים המתרחשים בצ'כוסלובקיה, שינויים ומגעים בתחום התקשורת/המידע.

למרות שקשרי ישראל־צ'כוסלובקיה היו מנותקים זמן רב, סימני קירבה קיימים: ניתן לראות, לדוגמה, פוסטר על־יד גלריה לאומנויות המראה את הסמל הישראלי ושיתוף פעולה עם צ'כיה.

## תמונת המצב בתקשורת

בין הרחובות והכיכרות העתיקים והנפלאים של פראג, נמצאת גם רשת תקשורת עתיקה, שבהחלט אינה משתווה ביופיה לעיר ולארץ. רשת הטלפון שהוקמה ברובה בשנות 1940, עלולה להאט את קצב ההתפתחות של צ'כוסלובקיה, אם היא רוצה להשתלב בכלכלה האירופאית, ולהפוך למעצמה מבחינה כלכלית. בהתאם לתיכנון הארצי, כדי להגיע לסוף המאה הנוכחית עם 70% חדירה של טלפונים, יש צורך בהשקעות ענקיות, בסדר גודל של עשרות אלפי מיליוני דולארים. היום קיימים כ־14 קווי טלפון לכל 100 איש ו־2.2 מיליון קווי טלפון לאוכלוסיה של 15,5 מיליון איש; תור הממתינים מגיע ל־400 אלף איש והגידול בבקשות הוא כ־20% לשנה; בשכונות מסויימות בפראג זמן ההמתנה להתקנת טלפון מגיע ל־10 שנים ואפילו יותר. בהתאם לחיזוי של חברת 'PYRAMIDE', ב־1995 יגיעו מספר קווי טלפון ל־3.2 מיליון. מבחינה טכנולוגית הציוד מיושן, מבוסס ברובו על ציוד אלקטרו־מיכני וקרוסבר (CROSS-BAR), באיכות נמוכה ובתחזוקה יקרה. בהתאם לדיווחים נראה שחברת הטלפונים לא התפתחה זה 40 שנה. כיוון שאין ביכולת ההונגרים להחליף מיד את כל הציוד, יהיה עליהם להשתמש בטכנולוגיות המיושנות הקיימות, ובמקביל לפתח רשת חדשה.

התוכניות לפיתוח רשת התקשורת, כוללות הכנסה מהירה ככל האפשר של תקשורת סיפרתית, רשת טלפונים תאית (CELLULAR) ורשתות תקשורת נתונים ציבוריות.

עד לבחירת הממשלה הנוכחית בחודש יוני השנה, טרם הוצאו תוכניות מפורטות. בכל מיקרה, הצ'כים רואים את ההתפתחות בכמה מישורים: תוצרת מקומית המבוססת על פטנטים מיובאים (LICENCES) או הקמת חברות משותפות עם גורמי חוץ.

באשר לחדירת הון חיצוני, למרות שרמת חובותיהם החיצוניים של הצ'כים נמוכה, הם אינם מעוניינים להמשיך ולהגדיל את החוב הלאומי שלהם. משקיעים פוטנציאליים המתינו לבדיקת האפשרויות עד לתוצאות הבחירות. בינתיים, משלחות מארצות שונות: BRITISH TELECOM, BELL ATLANTIC CORP., U.S. WEST INC., וכו' הוזמנו לבקר ולהמליץ.

ממשלת צ'כוסלובקיה הודיעה כבר על החברות שניבחרו: BELL ATLANTIC מפילדלפיה ו־U.S. WESTERN INC. מקולורדו, לבנייה ותחזוקת רשת־על בהיקף ארצי עבור טלפונים, רשת טלפון תאית והעברת נתונים בהיקף ארצי. כמו־כן העניקה להם הממשלה זכות בלעדית לנהל, יחד עם משרד התקשורת הצ'כוסלובקי את רשת הטלפון האנלוגי. נחתמו גם מכתבי כוונה ביחס לרשת מיתוג מנות.

הצלחתן של שתי החברות האמריקאיות מוכיחה, שלא רק לארצות אירופאיות או אסיאתיות יש סיכוי לחדור לארצות מזרח אירופה.

זמן פיתוח תשתית התקשורת בצ'כוסלובקיה, מוערך ב־10 שנים וההשקעה מוערכת בין שניים עד שלושה אלפי מיליון דולר. החברות שזכו מקוות לגייס את הכספים בבנק העולמי וגם במדינותיהן.

רשת־העל אמורה לכלול גלי־מיקרו קרקעיים וסיבים אופטיים, אך בתחילה הפיתוח תהיה רק הרחבה של מרכזיות הטלפון.

כיום רק 4% מהציוד בצ'כיה הוא ספרתי כאשר (בארץ כ־40% מהציוד הוא סיפרתי). התיכנון הוא להגיע ל־40% עד סוף המאה (שנת 2000). כדי לפתח את המיגזר העיסקי, הרשת הישנה תישאר ורשת־על סיפרתית נפרדת תתפתח.

שתי החברות האמריקאיות הסכימו לתת שירותי נתונים לעסקים בפראג, ברטיסלבה וברנו – שלושת הערים הגדולות, של צ'כוסלובקיה. מתן שירותים כאלה, הפך לאפשרי כתוצאה מביטול החרם ליבוא ציוד להעברת נתונים לארצות מזרח אירופה, ע"י COCOM שירותי הנתונים ינתנו ע"י חברה משותפת של ממשלת צ'כיה שבבעלותה 51% ושתי החברות האמריקאיות שבבעלותם 49%; ההשקעה האמריקאית מוערכת בכ־45 מיליון דולר.

הסדר דומה נעשה עבור רשת הטלפון התאי: החברות יו.אס.ווסט־BELL ATLANTIC ישקיעו 60 מיליון דולר בבניית רשת טלפון תאית אנלוגית בתחום של 450 מגה־הרץ, כאשר ממשלת צ'כוסלובקיה תשלם משכורות והוצאות אחרות, במטבע מקומי. גם תוכנית זו תחל בשלושת הערים הגדולות, ובשנים שנות 1993 ו־1995 תורחב לשאר חלקי המדינה.

הממשלה הבטיחה את תחום התדרים MHZ900 עבור רשת הטלפון התאית בתוך כ־5 שנים, לשני החברות שזכו בהפעלת תחזוקת הרשת זאת, כדי שתהיה תואמת לרשת הכלל־אירופאית לטלפון תאי. המונופול שניתן לשני החברות הוא לשנה וחצי, וישנן ציפיות שבסוף השנה הזיכיון יוענק ל־20 שנה נוספות. צפוי שגם חברות אירופאיות יקבלו נתח מכובד בהשקעות בארצות מזרח אירופה בכלל, ובצ'כוסלובקיה בפרט. לדוגמה, משרד התקשורת ההולנדי הקיים, יחד עם משרד התקשורת הצ'כוסלובקי, חברה משותפת הנקראת TELCOMSPOL הממוקמת בפראג.

החברה תספק שירותי יעוץ, ניהול פרוייקטים ופיתוח עבור התשתית התקשורתית במערב צ'כיה, ואמורה להתחיל את פעולתה בספטמבר השנה.

קיימים סימנים המעידים על כך שממשלת צ'כוסלובקיה כמדיניות, תשמור לעצמה את המונופול על שירותי הטלפון (וכל השירותים הקוליים).

גם חברת סימנס הגרמנית, חתמה על חוזה ראשוני עם החברה הממשלתית צ'כוסלובקית TESPA HARLIN כדי לייצר ציוד עבור מרכזיות הטלפון הציבוריות ולסייע לבניית תשתית תקשורת חדשה.

כמו־כן הצטרפה צ'כוסלובקיה לאירגון משתמשי יוניקס – הממוקם באנגליה.

## תקשורת לווינית ושידורי טלוויזיה לציבור

ערוצי הטלוויזיה בצ'כוסלוביקה משדרים כיום לציבור:

- ערוץ 1 – משותף לשני חלקי הארץ.
- ערוץ 2 – המיועד עבור צ'כיה בנפרד, כאשר האולפנים ממוקמים בפראג ברנו ואוסטרבה ועבור סלובקיה בנפרד, כאשר האולפנים ממוקמים בברטיסלבה וקאושיצ'ה. החלק הצ'כי נותן שירות לכ־10 מיליון אנשים והחלק הסלובקי נותן שירות לכ־5 מיליון אנשים.
- ערוץ 3 – לשידורי לווין כמו: TV-5, CNN (צרפת), WORLD NET, LAST SAT, VREMIA (רוסית). השידורים הם ללא תירגום וחינם.

קיימים במדינה זו כ־6 מיליון מקלטי טלוויזיה, מהם 50% ציבוריים.

כמו הארצות השכנות, גם צ'כוסלובקיה מעוניינת להצטרף לאירגונים מערביים לתקשורת לווינית. צ'כוסלובקיה חברה מזה שנה באירגון הבינ"ל לתקשורת לווינית ימית INMARSAT ומעוניינת להצטרף בקרוב גם לחברות INTELSAT ו־EUTELSAT.

ישנם דיווחים המראים שמתבצעים מגעים עם החברה האמריקאית COMSAT לתקשורת לווינית, להתקנת תחנת קרקע לווינית.

## לסיכום

כדי שהגבולות העיסקיים בין ארצות מזרח ומערב אירופה ייעלמו, יש צורך בתקשורת מתקדמת, גם פנים ארצית וגם חוץ־ארצית.

צ'כוסלובקיה מודעת לכך, והיא פותחת את שעריה לחדירת הון ועסקים מחו"ל.

המיכשולים עדיין לא נעלמו: חקיקה מיושנת שנמצאת עדיין בתוקף, הרחבת ידע במחשבים ושימושם, הורדת מחירים וכו' – אלה רק חלק מהקשיים. עם זאת, קיימות ציפיות ותיקוות, בצד התחלות טובות.

צ'כוסלובקיה, שהיתה לפני מלחמת העולם השנייה ארץ תעשייתית מפותחת מאוד, היא בעלת פוטנציאל גדול.

# תקשורת, מידע ומזרח אירופה בדרך לדמוקרטיה - בריה"מ

בעקבות מדיניות ה'גלסנוסט' ('פתיחות') וה'פרסטרויקה' (בנייה מחודשת') אותה מנהיג בריה"מ מיכאל גורבצ'וב, עוברת הכלכלה בברה"מ תהליך של החדרת תחרות ושוק חופשי. את הבסיס למודרניזציה של החברה כולה – מהווה התקשורת והמידע.

למרות שהמצב החדש מהווה פוטנציאל עיסקי למשקיעים זרים, קיימות סכנות בלתי ניראות לעין. לאור העובדה שלכל ארץ וארץ במזרח אירופה קיימת מציאות ספציפית, חשוב לעקוב אחר ההתפתחויות בניפרד ולא כגוש שלם.

## פרסטרויקה והטלוידיה בבריה"מ

באוכלוסיית ברה"מ המונה ה־287 מיליון תושבים, קיימים 90 מיליון מקלטי טלויזיה (חדירה של כ־32%). אלה פועלים בסטנדרט SECAM (V), מקלטי הוידאו לעומתם ביצעו חדירת שוק זעירה של אחוז אחד, כאשר חדירת הטלוויזיה בכבלים היא אפסית. (בישראל, לצורך השוואה, קיימים כ־650,000 מקלטי טלויזיה, וחדירת מקלטי וידאו היא כ־53%. בסוף השנה הנוכחית צפוי שחדירת הטלויזיה בכבלים תהיה 2%, כאשר עד 1995 צפוייה חדירה של כ־60%.

הגוף המפקח על הטלויזיה והרדיו בברה"מ הוא ממשלתי, כאשר השידור לציבור מתבצע באמצעות רשת ממשלתית אחת ובה 2 ערוצים בלבד.

השינויים העוברים על הטלויזיה הסובייטית, משקפים את השינויים באווירה הפוליטית והמדינית של בריה"מ בכללותה. ה־'גוסטלרדיו', הגוף לשידורים לציבור, הקים זרוע עיסקית הנקראת SOVTELEXPORT והודיע על תוכניות פיתוח מרשימות הכוללות:.

- הקמת שלושה ערוצי טלויזיה חדשים, בהיקף לאומי בנוסף לשניים הקיימים. הראשון שביניהם יתחיל לשדר ב־1992 תוכניות חינוכיות ומדעיות, הערוץ השני, יתחיל לשדר ב־1995 ויהיה דומה לערוץ CNN של ארה"ב וישדר חדשות, סביב לשעון. עבור הערוץ השלישי, טרם נקבע תאריך ותוכן.
- שיגור ב־1991 של הקבוצה הראשונה של עשרה לוויני תקשורת מסוג DBS לווין לשידור ישיר, הידועים בשם GELIKDM. זאת, למרות שכבר היום קיים כיסוי כמעט מלא של מספר משפחות לווינים. בשנת 1995, כל מערכת ה־DBS תבטיח את שידורי הערוצים הלאומיים וגם שירותים ותוכניות אזוריות.
- קליטה ישירה ביתית מלוויני תקשורת זרים.
- הגדלת מספר תחנות הטלויזיה המקומית עד ל־200.
- בניית רשת טלויזיה בכבלים במוסקבה, שתאריך היעד שלה הוא 1992. הרשת הזאת תהיה בעלת 20 ערוצי טלויזיה, שרובם יהיו סובייטים ומזרח אירופאים.

תחרות, ריווחיות ופוליטיקה ישחקו תפקיד מכריע בהצלחת תוכניות אלה. בינתיים, ההתחלות הן כבר לא לפי הציפיות.

תקשיב שערך ה־SOVTELEXPORT, שהוקם ב־1989, מדבר על רווחים בהיקף של כ־600,000 דולר בשנה הראשונה, אך המציאות היא אחרת והיא קשורה לשיווק ולהפקות משותפות. הפרסומת תהווה מרכיב משמעותי רק לאחר הכנסת כלכלת שוק. לא די בעובדה שנחתם חוזה עם FININVEST כדי שתהיה כדאית.

- נחתם הסכם בין גוסטלרדיו, ו־CNN האמריקאית לשדר בבריה"מ. משרד הפנים וגורמים אחרים נמנים בין המנויים. למרות כל אלה יכולת הבחירה של הצופים נשארת מוגבלת עד שיקומו רשתות עצמאית, כדוגמת ערוץ הטלויזיה NIKA, המתוכנן עבור לנינגרד.

כאמור כל התפתחות הטלויזיה הולכת יד־ביד עם השינויים בעומק החברה הסובייטית.

## פרסטרויקה ותקשורת לווינית

בעולם קיימים שני ארגונים חשובים לתקשורת לווינית INTELSAT – שהוא ארגון בין־לאומי ובו 119 חברים, ו־INTERSPUTNIK שהוא אירגון אזורי ובו חברים: בולגריה, הונגריה, רומניה, פולין, גרמניה המזרחית (לשעבר), קובה, אפגניסטן, וייטנאם, תימן בריה"מ וכו' (21 ארצות).

ישנן כוונות לאחד את שני האירגונים הללו במטרה לאפשר שימוש יעיל יותר בספקטרום התדרים, יצירת קשר גלובלי של תקשורת לווינית, מתן גישה נוחה יותר לסובייטים למאגרי טלקומוניקציה בין־לאומיים ושימוש טוב יותר במירווחים שבמסלול לוויני התקשורת.

הציפיות הן, שאם התוכניות אכן יצאו לפועל, האיחוד יתרחש עוד השנה. למרות רצונם הטוב של שני הצדדים, קיימים קשיים אובייקטיבים: הארצות השייכות לאינטרספוטניק חייבות להיות חברות באינטלסאט, כאשר ההתחשבנות צריכה להיות במטבע קשה. כבר בחודש אוגוסט השנה אישר שר התקשורת הסובייטי הצטרפותה של ברה"מ לאינטלסאט, (דמי החברות עומד על 750,000 דולר).

רומניה הצטרפה לאינטלסאט בחודש מאי השנה ופולין והונגריה יצטרפו בהקדם.

התקשורת הלווינית מהווה פיתרון מהיר לפיתוח תקשורתית באזורים הלא מפותחים.

הלווינים יכולים ליצור קשרים בין־לאומיים או לשפר במידה ניכרת את התקשורת בין עיר לעיר, בצורה נוחה יותר מהתקשורת הקרקעית.

הלווינים מאפשרים בניית רשתות פרטיות עבור תעשיות מסויימות, שאחרת לא היו מסוגלות לבצע תקשורת.

המערכות הבין־לאומיות והאזוריות האלה, מהוות משאבים טכנולוגיים וכלכליים המשותפות לארצות שונות, הניהנות מתקשורת שלא היתה מתאפשרת לארצותיהן בדרך אחרת.

היום, האינטלסאט מעניק שירותי טלויזיה וטלפון טרנס־אוקייני בעזרת 15 מערכות לווינית. בסוף השנה מתוכנן לווין שני של אינטלסאט II שישוגר מעבר לאוקיינוס האטלנטי. לווין אחד יתווסף מעבר לאוקיינוס השקט ולווין נוסף מעבר לאוקיינוס ההודי.

כדי לבצע תוכניות אלה, אינטלסאט צריך להזיז מספר לווינים ישנים. כדי לבצע את הסבת התעבורה מלווין ישן ללווין חדש, משתמשים בשיטת 'מעבר בלילה' (PASS-IN-THE-NIGHT), שמשמעותה הצבת הלווין החדש בחלל בנקודה בה נמצא הלווין הישן למספר שעות, לביצוע העברה, ולאחר מכן, הזזת הלווין הישן למסלול אחר.

כבר בתחילת השנה שני האירגונים, אינטלסאט ואינטרספוטניק, תרמו זמן שידור דרך לווין, לסיקור הכנס שהתקיים במוסקווה, בנושא איכות הסביבה העולמית. לשידורי הטלויזיה והרדיו דרך הלווין, הוקצבו שעתיים. בהתאם לאמדנים, מספר המאזינים והצופים לשידורים אלה הגיע ל־200 מיליון (כולל את 118 הארצות החברות באינטלסאט ו־21 ארצות חברות באינטרספוטניק, השידורים היו חינם.

סוכנות הידיעות הסובייטית TASS, חתמה על חוזה עם חב' CONTEL ASC, עבור רשת נתונים מבוססת לווין. זהו החוזה הראשון בבעלות פרטית, שמשרד התקשורת הסובייטי אישר.

הרשת תשתמש באנטנות קליטה קטנים מאד VSAT שתהיינה מיועדות לתקשורת דו־כיוונית עבור נתונים, דיבור ופאקסימיליה. הקשר יהיה באמצעות אינטלסאט בעל כיסוי לאזורים: בריה"מ, צפון ארה"ב, אירופה, אסיה, דרום ארה"ב ואפריקה. תחילת השירות מתוכננת לסוף השנה הנוכחית.

חברת קונטאל תספק שתי תחנות מימסר עבור שידור (UP-LINK) לשימוש דו־כיווני, עבור 48 המשרדים של הסוכנות. כמו־כן, תותקן אנטנת מימסר קרקעית עבור שידור חד־כיווני של נתונים, ויותקנו עוד 30־40 אנטנות קטנות מפוזרות במרחקים. חב' AT&T תיכננה לעשות שימוש בלווין אינטרספוטניק להעברת דיבור בין ארה"ב ובריה"מ. לתיכנון הזה התנגד משרד החוץ של ארה"ב, והציע גירסה אחרת, שתאפשר את השימוש של אינטרספוטניק עבור שירותים שאינם קשורים לרשתות ציבוריות.

לארצות הבלטיות תוכניות משלהן לפיתוח הטלקומוניקציה הפנים־ארצית והבין־לאומית. שלושת הארצות הבלטיות: אסטוניה, לאטביה, וליטואניה, הציגו לעצמם תוכניות מגוונות:

- בניית רשת מיתוג מנות פאן־בלטית ורדיו סלולרי אנלוגי.
- פתיחה מחדש של שני הכבלים התת־ימיים שהותקנו עוד לפני מלחמת העולם השנייה והמקשרים את הארצות הבלטיות עם סקנדינביה.
- בקשת אישור מהארגון הבין־לאומי לטלקומוניקציה ITU לקבל קודים עצמאיים לחיוג בין־לאומי. כמו־כן, מעוניינות שלושה הארצות האלה לבנות את רשת טלפון התאי הפאן־בלטי אנלוגי, הנקרא B.M.T.S בטכניקת NMT, 450 מגה הרץ, סקנדינבי.

## פרסטרויקה, תקשורת נתונים והעברת נתונים אלקטרוניים EDI

S.F.M.T – 'סאן פרנציסקו מוסקבה טלפורט' הוא שירות דאר אלקטרוני באמצעות לוויין תקשורת בין ארה"ב ובריה"מ. את הקשר ניתן לבצע במספר שלבים:

מקלידים את המסר במחשב, מחייגים מספר טלפון מקומי, באופן אוטומטי נוצר קשר עם מחשב של SFMT דרך רשת תקשורת. הקשר עובר באמצעות לוויין דרך סטייטון־איילנד טלפורט, שמפעיל תחנת קרקע בניו־יורק.

המסר מועבר לתחנת קרקע BEAR LAKE על יד מוסקבה, ומשם לנמען.

הקשר, שהיה מבוסס על 35 קווים בלבד בין ארה"ב ובריה"מ, ושנתן שירות ליותר מ־500 מיליון תושבים של שתי הארצות ב־1983, התפתח, כיום לתקשורת לווינית ישירה פרטית דרך TELEPORT SFMIT, המעניקה שירות ל־200 משתמשים בשתי הארצות ובקנדה.

THE NEW YORK-BASED COPEN FOUNDATION הממנת את התקשורת בין בתי־הספר היסודיים והעל־יסודיים בברה"מ וארה"ב, עברה אף היא לקבל שירותים מ־SFMT, כחלופה לתקשורת באמצעות הטלקס, היקרה יותר. הדאר האלקטרוני (E-MAIL) זול יותר מטלקס ומהיר יותר.

ל־SFMT אין מונופול בתחום הדאר האלקטרוני למוסקווה. חברת SPRINT INTERNATIONL חתמה על הסכמים עם שתי חברות סובייטיות להקמת שותפות למתן שירותים אלקטרוניים, הכוללים דאר אלקטרוני. השירות מתוכנן להתחיל בסוף השנה.

קשר אחר שקיים בין ארה"ב וברה"מ הוא קשר של ועידות־וידיאו שהוקם על־ידי החברה האמריקאית MCI.

העברת נתונים אלקטרוניים – ELECTRONIC) DATA INTERCHANGE) EDI התפתחה אף היא. קשר ניסיוני הנקרא EDIFLOT שבסיסו בלנינגרד, מאפשר מעקב אחר האוניות והנמלים, וכן מאפשר קשרים בין לאומיים.

שותפות נוספת למטרות שימוש ב־EDI בתחומי התחבורה והצרכנות האזרחית, הוקמה בין האקדמיה הסובייטית למדעיים וחברת TELEVAS מאיטליה.

העברת הנתונים, הדורשת תקשורת בין מחשבים, צפוייה לגדול, בעיקר בגלל חדירת כ־330,000 מחשבים אישיים, כתוצאה משותפויות בין חברות כגון: MORFLOT ICL ו־LENINGRAD CITY COUNCIL או בין סימנס ו־ORBITA.

## פרסטרוייקה בגלי אוויר.(רדיו)

ברה"מ היא אחת הארצות ששידורי הרדיו שלה הם הנפוצים ביותר בעולם. היא משדרת ב־77 שפות שונות, עם מספר רב של שירותים חיצוניים עצמאיים לאומיים, כדי ליצור קשר עם תושביה המפוזרים מחוץ לברה"מ.

תחנת רדיו מוסקווה, המשדרת ב־66 שפות, היא ללא כל ספק, תחנת השידור הבין־לאומית הגדולה ביותר של ברה"מ והיא גם בין הוותיקות ביותר בעולם (OCT. 1929). למרות זאת, מבחינת טכנולוגית, תחנת רדיו מוסקווה הממוקמת בבניין בן 10 קומות, יחד עם GOSTELERADIO, היא הפחות מפותחת לעומת תחנות רדיו אחרות.

בחודש אפריל 1990 הוקמה תחנת הרדיו העיסקית הראשונה בברה"מ הניקראת EUROPE PLUS MOSCOW שהיא שותפות בין החברה הצרפתית EUROPE PLUSE FRANCE וגוסטלרדיו. התחנה משדרת כיום רק עבור מוסקווה, אך בעתיד תהיה אפשרות קליטה באזורים נוספים.

## פרסטרוייקה בטלפון

האמדן הכללי לפיתוח תשתית ושירותי תקשורת חדשים, לגבי הארצות שהיו שייכות פעם ל־COMECON (COMMUNIST BLOC), מראה שמדובר ביותר מ־100 מיליארד דולר של מכירות, מהן בין 48 ל־96 מיליארדי דולר עבור ברה"מ.

השקעה גדולה זאת נובעת מהעובדה שברה"מ נחשבת על ידי גורמים מוסמכים, למדינה בעלת פיגור ניכר בפיתוח תשתית טלקומוניקציה בכלל וטלפון בפרט.

בהתאם לדיווחי האדמיניסטרציה הסובייטית, קיימים בברה"מ 27 מיליון קווי טלפון, ובכך היא תופסת את המקום השלישי בעולם – אחרי ארה"ב ויפן. למרות זאת, חדירת הטלפון היא רק כ־11.3 טלפונים ל־100 איש והצפיפות היותר גדולה היא במערב, בעיקר במוסקווה ובלנינגרד.

אחד מפרוייקטי המפתח, יהיה ללא ספק הקשר הטרנס־סובייטי של 8000 ק"מ לאורך פסי הרכבת טרנס־סיבריאן, המבוסס סיבים אופטיים, שההשקעה בו מוערכת ב־500 מיליון דולר.

לכבל שלוש מטרות:

- קשר בין יפן ואירופה;
- חוט שידרה לתקשורת פנים;
- קשר לשעת חירום.

היום, הקשרים הבין־לאומיים עם הארצות שהיו שייכות לאמנת ורשה, הם לכל היותר ב־2400 באוד. הכבל האופטי, יאפשר 565 מיליוני סל"ש, מה שיביא לסובייטים לא רק שיפור בתשתית התקשורת, אלא גם הכנסות במטבע קשה, כתוצאה מהתנועה הבין־לאומית דרכו.

מתוכננים היום, גם קשרי המשך של הכבל הטרנס־סובייטי, לים־התיכון, סקנדינביה ומרכז אירופה. חברת U.S. WEST, שהיתה אמורה להוביל את הקונסורציום לבניית הכבל האופטי המתוכנן להעברת במהירויות של 565 מיליוני סל"ש, לא קיבלה את אישור משרד המסחר לכך, בגלל סיבות בטחוניות.

גם ה־COCOM, הגוף המפקח על העברת טכנולוגיות לגוש המזרחי, שהיה צריך להחליט בנושא זה השנה, התנגד להעביר טכנולוגיות תמסורת של 140 מיליוני סל"ש ויותר לברה"מ.

מתוכנן גם כבל־אופטי מוסקווה־פרנקפורט, המכונה CENTRALE STRECKE, עם פיצולים למספר ארצות מזרח אירופה. קיימים הסכמים רבים לשותפויות בתחום התקשורת, כגון: אלקטל ו־KRANSNAYA ZARYA הרוצים להקים חברה משותפת ליבוא מרכזיות SYSTEM 12 המסוגלות ליצר 1.5 מיליוני קווי טלפון, כבר בשנת 1995. עם זאת, בגלל מיגבלות ה־COCOM, מרכזיות אלה לא יהיו מתאימות לטכנולוגיות ISDN ולערוץ משותף לאותות.

חברה משותפת לנבלטלפון הוקמה בין אלקטל בל ובין ובריה"מ זאת במטרה לייצר מערכות סיפרתיות ממותגות ומרכזיות אוטומטיות פרטיות סיפרתיות (100,000 מרכזיות PABX עד לשנת 1995).

חב' NOKIA משתפת פעולה בפרוייקט הקמת רדיו טלפון נייד במוסקווה, לפי התיכנון, עד אמצע 1990 היו אמורים להגיע ל־10,000 קווים. בתחילה הקשר יהיה מיועד רק לקשרי טלפון ונתונים בין אנשי חברות חוץ, אבל בהדרגה הקשר יתרחב לקהל רחב יותר למטרות מכשירי 'איתורית'.

חב' סימנס הקימה שותפות עם חברה אוקראינית לייצור מרכזיות ספרתיות. היצור יתחיל בשנת 1991 והקיבולת תהיה מיליון קווי טלפון שנתיים.

## סיכום

רוב ציוד התקשורת הקיים בארצות מזרח אירופה, הותקן עוד לפני מלחמת העולם השנייה.

בגלל הצורך הדחוף לפתח תקשורת מודרנית, מהירה, זמינה ובמחירים נוחים, יש לבנות, כמעט מהתחלה, תשתית מודרנית ועם ציוד וטכניקות סיפרתיות, ובכך לדלג על שלבי ביניים אותם עוברות מדינות רבות. זאת, בתנאי שהמיגבלות של ה־COCOM יאפשרו את הקפיצה קדימה.

קיימת האפשרות שארצות מזרח אירופה יגיעו מהר יותר לליברליזציה בתחום התקשורת, מאחר ומדיניות ההפרטה מקובלת שם יותר מאשר בארצות המערביות, בגלל הצורך בהשקעות.

הקשר בין המזרח והמערב, צריך להתבצע בתיאום טכנולוגי וגם מדיני. תקנים משותפים, תחומי תדרים זהים, וכו', הם רק חלק מהבעיות העומדות בפני לפיתרון.

# תקשורת, מידע ומזרח אירופה בדרך לדמוקרטיה - פולין

בין האירועים המרשימים ביותר שהתרחשו השנה בארצות מזרח אירופה הייתה בלי ספק הקמת ממשלה לא קומוניסטית בפולין – הראשונה מסוגה לאחר מלחמת העולם השנייה.
עם הדחת הקומוניזם נולד הצורך לשנות את הבסיס הכלכלי, מכלכלה דורכת במקום לכלכלה דינמית, מבוססת בשוק חפשי ותחרותי.
במדיניות ההפרטה (PRIVATIZATION) בפולין תמכו ארצות מערביות והבנק הבין־לאומי.
להלן תמונת מצב מעודכנת של התקשורת והמידע וגם תכניות פיתוח עתידיות, על־פי דיווחים מן הספרות המקצועית.

## הטלוויזיה

היום קיימת בפולין רשת טלוויזיה אחת, ממשלתית, שיש לה שלושה ערוצים העובדים בתקן SECAM(V).
באוכלוסייה של 38.4 מליון תושבים יש עשרה מליון מכשירי טלוויזיה ו־11% מזה מקלטי וידאו. עד כה לא הייתה טלוויזיה בכבלים וכעת בכוונת משקיעים זרים, בעיקר מארה"ב, להכניס בארבע השנים הבאות טלוויזיה בכבלים לחמש ערים.
מדובר בתחילה על הערים ורשה וקרקוב, ואם תהיה הצלחה יכניסו טלוויזיה בכבלים גם לערים אחרות כמו גדנסק, קטוביצה ופוזנן.
התכנית ידועה בשם POLSKA TELEWIZJA KABLOWA – P.T.K ונחשבת ליומרנית ביותר. מעורבים בה שלוש חברות אמריקניות: CHAE ENTRERPRISES, KANE REE ASSOCIATES, ו־RUTTER – DUNN COMMUNICATIONS וארבע חברות מפולין: שירותי הדואר, חברת POLTEL להפקות, ה־PPTT, שהיא חברה לטלפון וטלגרף, וגם השלטון המקומי של ורשה וקרקוב.

פרויקט ה־PTK הוא פרויקט של השקעה בערך של 900 מליון דולר והזיכיון ניתן ל־20 שנה. הרשתות תאפשרנה 20 ערוצי טלוויזיה – פולנים, אירופים ואמריקנים. התשלום יהיה בדולרים לשני ערוצים, ולאחרים – ב'זלוטים' – מטבע מקומי.
שירותי הטלוויזיה בכבלים יתחרו בשידורים הממשלתיים, שהם עצמם השתנו בדרמטיות מאז הדחת הפיקוח הקומוניסטי, ובכוונתם לשמש ביטוי לחופש פוליטי.
הטלוויזיה הממשלתית משדרת 1200 שעות בשנה בשלושת הערוצים. בשני ערוצים משדרים תכניות מגוונות ובערוץ השלישי משדרים תכניות חינוכיות לילדים.

לפני הכנסת הטלוויזיה בכבלים התחרו בטלוויזיה הממשלתית שידורי הטלוויזיה של ארצות שכנות כגון רוסיה, המשדרת בלווין 'גוריזונט', גרמניה המזרחית, צ'כיה, ובעיר קרקוב קולטים את RAIZENO האיטלקית. כמו־כן, כ־500 בתי־אב קולטים בקליטה ישירה ערוצי לוויין ASTRA.
נוסף על כך, רשתות חצי־חוקיות ופשוטות קולטות שידורי לוויינים מ־30 ערוצים ומשדרות אותם בערים מספר, בעיקר בנמל הבלטי.
לא רק השקעות אמריקניות צפויות בפולין. גם השקעות יפניות צפויות, אם בהתחייבויות לרכישות של מכשירי פקסימיליה כמו SOWA TRADING CO. או הלוואות שבנק יפני ליצוא ויבוא מוכן לתת כעזרה.
יפן הגיעה למסקנה שכדאי להשקיע באירופה יותר מבעבר, מכיוון שארצות מזרח אירופה הן יעד חשוב שיש בו פוטנציאל לאחזור.

## הטלפון

פולין, כמו ארצות מזרח אירופה האחרות, שואפת להיות חלק מהשוק האירופי המשותף. בעצם, הקהילייה האירופית, שהתכוונה לאחד רק 12 ארצות אירופיות ב־1992, מתחילה לשקול את האפשרות לכלול גם תשע ארצות ממזרח אירופה בשוק המשותף. ועדה אירופית, תתחיל כנראה בשנה הבאה במשא־ומתן להסדיר מעמד מיוחד בארגון לכל ארץ ממזרח אירופה בנפרד. התקשורת והמידע הכרחיים לשיתוף פעולה בין ארצות אלה, קשר עם כל העולם וקשרים פנים ארציים. תשתית התקשורת לקויה מאוד גם בפולין ומשך ההמתנה לקו טלפון 8־14 שנים. לכל 100 איש שבעה קווים (בהונגריה ורומניה 6.7 טלפונים לכל 100 איש).
ישנן תכניות לבניית רשת־על ספרתית – תחילת העבודה בשנת 1991 והגמר ב־1995. נמצאת בפיתוח גם רשת מיתוג־מנות, רשת טלפון תאית ניידת או סלולרית ('פלאפון' בארץ). התקשורת הניידת מיועדת בעיקר לעסקים.
נוסף על קשיי מימון ומדיניות חסרה גם הכשרה מקצועית מתאימה לניהול מודרני של עסקים. לצורך ביצוע התכניות הוקמו כמה חברות משותפות, בשלמות או כמו קונסורציום מורכב מ־SWEDISH TELECOM INTERNATIONAL, FINLAND TELECOM ו־BRITISH TELECOM, שהוקם להשתתף במכרז לבנייתה ולתחזוקתה של רשת רדיו טלפון סלולרית.
חברת סימנס מתכוונת להקים שותפות עם החברה הפולנית ZWUT לייצור מרכזיות אוטומטיות ציבוריות. צפוי שתחילת הייצור תהיה באביב בשנה הבאה ויהיה ייצור שנתי של מליון קווי טלפון.
צפויות גם השקעות אמריקניות, בדומה להשקעות ב־1970־1980 להקמת חברות מחשבים בעזרת קרן אמריקנית־פולנית; לקרן יש אישור של הקונגרס להשקעות של 240 מיליון דולר בשלוש השנים הבאות.
שיפור בתקשורת מתוכנן גם בעזרת כבל־אופטי שיקשר את דנמרק לפולין ומהחוף עד לוורשה יהיה קשר מיקרו־גל. עוד מתוכננים בקטוביץ מרכז מיתוג ל־1992, רשת מיתוג־מנות POLPAK X.25 ורשת־על של ערוצי מיקרו־גל ליצירת קשר בין הערים הגדולות.
השנה מתוכננת מרכזת בין־לאומית בוורשה, מתוצרת AT&T, NETWORK SYSTEM INTERNATIONAL, בשווי של שבעה מליון דולר מסוג 5ESS.
אף שפולין מסכימה שה־COCOM PARIS-BASED WEST-EAST EXPORT (CONTROL BODY) יפקח על הטכנולוגיה ועל המודרניזציה בהתאם לחוקים, הייתה התנגדות לאשר את האיתות הספרתי CCS7 (נחוץ לבניית ISDN), טכנולוגית מיקרו־גלים ספרתיים של 1920 מליוני הרץ (MHZ) ומיקרופרוססורים נחוצים ל־POLPAK .
חב' ALCATEL מתכננת לייצר בפולין כ־300,000 קווים מסוג SYSTEM 12.
כיום בפולין כ־3.1 מליון קווים ומהם 0.5 מליון ספרתיים. התכניות מראות גידול עד ל־4.7 מליון קווי טלפון עד 1995 ומהם 40% יהיו ספרתיים.
רשת טלפון תאית סלולרית מתוכננת במסגרת ה־BALTIC MOBILE TELEPHONE – B.M.T.S. SYSTEM לארצות: שוודיה, דנמרק, פולין, ליטא, לטביה, אסטוניה, נורווגיה, פינלנד. התכנית היא של קונסורציום מורכב מ:
SWEDISH TELECOM INTERNATIONAL AB, BRITISH TELECOM,
FINNISH INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS SERVICES A.B. AND SWEDEN'S NORDIC TEL PCN, AB
והיא מבוססת על טכנולוגיה אנלוגית של 450 מגהרץ (MHZ).
פיתוח סקנדינבי הנקרא NORDIC MOBILE TELEPHONE – NMT 450 הוא הרשת השנייה בגודלה באירופה אחרי ה־TACS-900.
BMTS מתעניינת בבנייתה ובתחזוקתה של רשת הטלפון התאית בפולין והיא אחת מתשע החברות המשתתפות במכרז. מומחים רואים בפיתוח רשת הטלפון התאית פתרון ביניים (ITNTERIM) לטלפון הנייח הלא מפותח, לא רק

בפולין אלא גם בארצות אחרות, כיוון שאיננו מצריך הנחת תשתית כבלים גדולה מדיי, וגם לא ציוד של ריבוב שיחות.
הבעיה בפולין היא שלהבדיל מהונגריה או צ׳כוסלובקיה, שחובותיהן לבנקים המערביים קטנים יותר, פולין שחייבת 40 מיליארד דולר – יכולה להיעזר רק באמצעות הבנק הבין־לאומי.

## תקשורת לוויינית

במטרה לשפר את השירותים ואת רשתות התקשורת, הייתה פולין הראשונה בין ארצות מזרח אירופה שהצטרפה לארגון האירופי לתקשורת לוויינית EUTELSAT. הארגון מונה עתה 27 חברים. השקעתה של פולין ב־EUTELSAT היא 50,000 דולר המהווה 0.05%. בפולין מתכננים תחנה לוויינית קרקעית ל־EUTELSAT שתפעל בעוד כשנתיים. את הכסף הדרוש פולין מקבלת מן הבנק העולמי, ותיפתח מכרז בין־לאומי. ה־PTT הפולני מצפה שיהיו כבר בסוף שנת 1991 500 ערוצי טלפון ועד לשנת 1995 יגיע המספר ל־1000 קווי טלפון דרך הלווין.

## לסיכום:

פולין היא כרגע המדינה שבה מקדמים מדיניות של טלקומוניקציה מתקדמת ביותר, וישנן הצעות להפעלה ותחזוקה פרטית של חלקים מן הרשתות המקומיות, בלי הבחנה חוקית בין העברת דיבור, נתונים או וידאו, ברשתות אלה. פולין וגם ארצות מזרח אירופה האחרות הן יעד חשוב לעסקים.
גם לישראל מגעים עם המינהל הפולני בקשר לטלפון ציבורי המופעל בכרטיס חכם, שהוא פרי פיתוח של התעשייה האווירית.

מדיניות ההפרטה בפולין מאפשרת חדירת הון בבעלות שלמה (100%) של גורמים חיצוניים. ההשקעות וההלוואות לפולין כמו לארצות מזרח אירופה האחרות נראות כדאיות יותר מן ההשקעות שכוונו ל׳עולם השלישי׳, בגלל הסיכוי להחזר.
המדיניות בפולין היא לליברליזציה מלאה של הטלקומוניקציה, לפרק את ה־P.T.T. ולהעביר אותו להפרטה.
בהתאם לתכניות, עומדים להוציא שני מכרזים לרשת הטלפון התאית, אחד של PTT והשני לקונסורציום פרטי אחר. כמה חברות משתתפות במכרזים אלה. תכניות אחרות כוללות זיכיונות לחברות חדשות לשירותי נתונים, תקשורת ניידת, תקשורת מקומית, תקשורת למרחקים ותקשורת בין־לאומית בתחרות עם ה־PTT.
החברה האמריקנית BELLCORE, הקונסורציום למחקר של ה־US REGIONAL BELL, עומדת גם היא להשקיע בפולין.

# מהעידן התעשייתי - לעידן שירותי המידע

בעידן המידע, חומר הגלם המבוסס מידע וידע, לא רק שאינו מתבזבז, אלא כמו ספירלה ההולכת ומתרחבת מלמטה למעלה, הוא הופך ונהייה יותר ויותר עשיר. ׳מידע׳ ו׳ידע׳ הם המשתנים החשובים בחברת המידע, כפי ש׳עבודה׳ ו׳כסף׳ הם המשתנים האופייניים בחברה התעשייתית.

מדענים, סוציולוגים, פילוסופים וכלכלנים, רואים בשילובם של תקשורת מחשבים ועיבוד נתונים בעזרת מחשבים, אירגון המידע והידע – מהפיכה בחייה של החברה האנושית והעברתה מחברה תעשייתית ל׳חברת המידע׳.
חברה כזאת, פוסט־תעשייתית, מהווה מסגרת חדשה, מבחינה כלכלית וגם מבחינה חברתית. אחד האיפיונים של חברת המידע הוא מעבר מחברה יצרנית למוצרי בני־קיימא לחברת שירותים.

## שירותים מול תעשייה

המושג ׳שירותים׳ מתייחס למיגוון רחב של פעילויות אנושיות. בחברות שקדמו לעידן התעשייתי, רוב הפעילויות היו מוקדשות לעבודות בית או הסביבה. בעידן התעשייתי, שירותים כמו תחבורה, חשמל, בנקאות וכו׳ באו לעזרת הייצור. בחברת המידע – לאחר העידן התעשייתי – השירותים הם בעלי אופי שונה: שירותים לטובת הפרט ושירותים מקצועיים. השירותים האנושיים כוללים: לימוד בריאות, תרבות, בידור וכו׳. השירותים המקצועיים כוללים איסוף, עיבוד ואיחזור נתונים, איחסון, ניתוח מערכות, תיכנות, תיכנון במחשבים וכו׳.
יחד עם המעבר מהעידן התעשייתי לעידן המידע, הופיעו גם מושגים חדשים כגון: ׳מידע׳ ו׳ידע׳, בנוסף לאלה הקיימים: עבודה, כסף ורכוש.
המושג ׳מידע׳ מורכב מאיחסון, עיבוד ואיחזור נתונים, ומהווה בסיס חליפין בתחומים כלכליים וחברתיים.
המושג ׳ידע׳ כולל שורה של עובדות או רעיונות מאורגנים היטב, הנותנים מסקנה או תוצאה של ניסוי, המועברים לאחרים באמצעות תווך תקשורתי, בצורה סיסטמטית (ספרים, קורסים, ספריות, ארכיונים וכו׳.
ה׳ידע׳ מהווה רכוש אינטלקטואלי של איש אחד, או קבוצה, ויש לו זכויות מוכרות ומאורגנות (פרסומים, תשלומים וכו׳).
כשהידע עוזר ליישומים בתחומים חדשים כגון: פטנסים, אמצעים או שינויים במיבנה החברתי וכו׳, הידע עצמו הופך למקור הערך, ולא העבודה.
בצורה זו, ׳מידע׳ ו׳ידע׳ הם המשתנים החשובים בחברת המידע, כפי ש׳עבודה׳ ו׳כסף׳ הם המשתנים האופייניים בחברה התעשייתית.

## תפקיד התקשורת בחברת המידע

כפי שבחברה התעשייתית, המכונות והכלים שימשו להגברת הכח הפיזי של בן־האדם, כך טכנולוגית התקשורת מהווה הרחבת האפשרויות ליצירת ורכישת ידע.
בכל תקופה ותקופה בהיסטוריה האנושית, היה תווך תקשורת מסויים, ומידי פעם כשהופיע תווך חדש, היו שינויים מרחיקי לכת בתרבות החברה.
אם היום הטלוויזיה, המחשב, שיטות איחסון שונות, כגון דיסקים ווידיאו נחשבים כתווך תקשורת חדש, לב־ליבה של מהפכת המידע של ימינו, אינו מתייחס לטכנולוגיה מסויימת, אלא לאדם בעל ׳תורת המידע׳.

## תורת המידע - מה היא?

תורת המידע חייבת את קיומה לשני מדענים: ניקוויסט ו־שנון.
ב־1940 ניקוויסט (ו־הרטליי) נתנו הגדרה ליכולת (קיבול) המכסימלית של ערוץ התקשורת להעברת מידע, ביחידת זמן מסויימת, אך ההגדרה של הקיבול, בהתאם לניקוויסט, לא לקחה בחשבון את הבעיות הקיימות בערוצי תקשורת, כגון השפעת הרעשים.
ב־1948 קלאוד שנון (יחד עם נורברט וינר שביסס את הקיברנטיקה) השתמש באלגברה לוגית לצורכי מיתוג מעגלים, כדי להגדיל את קיבול הערוץ.
אלגברה לוגית היא אלגברה מבוססת על בחירה, ומשתמשת ברצף של בחירות בצורה מסודרת, מתוך מספר אפשרויות לנתב מסר מסויים.
שנון, בכתבה שפרסם באנציקלופדיה בריטניקה על ׳תורת המידע׳ מסביר במה מתבטא תהליך הבחירה, ומביא לדוגמה כתיבת משפט בשפה האנגלית. לצורך זה, יש לבחור מילה ראשונה מתוך מספר אפשרויות, אחר כך את המילה השניה, שהיא תלוייה במילה הראשונה וכו׳. צורת בחירה זו שהיא סטטיסטית נקראת: STOCHASTIC.
מחוללי המידע הם המשדרים. כדי שתהיה תקשורת, נחוצים גם מקלטים. האותות עוברים עיבודים גם בשידור וגם בקליטה. השאלה ששנון נתן לה תשובה הייתה, איך אפשר לייצג את האותות שהמחולל מייצר אותם בשידור, כך שאפשר יהיה להעביר אותם בצורה הטובה ביותר דרך ערוץ התקשורת, בהתחשב במיגבלות התווך, כגון רעשים וכו׳.
למרות שהרעיון הבסיסי של תורת המידע הוא התמסורת, לב־ליבה של התאוריה הוא ה׳קידוד׳.

בזמן העברת המסרים דרך ערוץ התקשורת, האותות עוברים תהליך של עיוות (DISTORTION) הודות לרעשים ונגדים שונים בגלל המבנה הפיזי של התווך.
ההמצאה של שנון הוכיחה, שניתן לקודד מסר כך, שלמרות המיגבלות וההפרעות על הערוץ, המסר יעבור בצורה טובה, בתנאי שישנה מספיק קיבולת בערוץ התקשורת.
שנון ביסס את תורת התקשורת על הרעיון, שיש להתייחס אל המידע כאל כמות פיזית בדומה לאנרגיה או מרחק, וכך ניתן למדוד אותה.
בתורת המידע קיימים שלושה מושגים בסיסיים:

- מדידת המידע
- קיבולת הערוץ להעברת המידע
- קידוד – כדי לאפשר שימוש יעיל ביותר של קיבולת הערוץ התקשורתי.

ניתן להגדיר את תורת המידע בקיצור: אם קיים מחולל מידע וערוץ תקשורת, קיימת טכניקה של קידוד, כך שתהיה אפשרות להעביר את המידע דרך הערוץ במהירות המקסימלית, שצריכה להיות קטנה יותר מזה של הערוץ, עם מספר נמוך ככל האפשר של שגיאות, למרות הרעש ויתר ההפרעות שבערוץ התקשורת.
למרות שנכונה הדעה, שמבחינה סטטיסטית המידע הוא כמות, ההבדל בין מידע וחומר הוא, שבעזרת המידע PATTERN RECOGNITION אפשר לסדר את הנתונים למטרות מסויימות, כאשר משתמש בשורה של שיקולים המעריכים את ההתאמה של הנתונים, למטרה מסויימת.
בדומה לחומר ואנרגיה, שניתן להפיק מצורה אחת לאחרת, גם המידע ניתן להעברה מדפוס אחד למשנהו.
אך בשונה מהם, הרי ככל שמשתמשים במידה ובידע, ומפזרים אותם, אינם מתבזבזים וגם אם מוכרים אותם, הם נשארים אצל המוכר.

## שילוב טכנולגיות

המהפכה הטכנולוגית שמובילה ל׳חברת המידע׳, למרות שאינה אינטלקטואלית בבסיסה, הופכת למוחשית באמצעות המחשב והתקשורת.
ניתן לחלק את התקשורת במאה ה־19 ובחלק מהמאה ה־20, לשתי קבוצות חשובות:
א. מכתבים, עיתונים, ספרים הכתובים או מודפסים על נייר ומועברים באמצעי־תחבורה או מאוחסנים בספריות.
ב. הטלגרף, טלפון, רדיו, טלוויזיה שבעזרתם הועברו מסרים, תמונות או דיבור מאדם אחד למשנהו.
אם בעבר הטכנולוגיות נפרדות, היום הן משתלבות זו בזו, ובכך מעניקות מצד אחד אופציות רבות יותר למשתמש, ומאידך מתעוררות׳ בעיות לגבי השקעות קודמות שהתבצעו בטכנולוגיות התקשורת.
ניתן לאתר מספר תעשיות שמושפעות מתופעה זו, בעיקר:

- שילוב הטלפון והמחשבים, התקשורת ועיבוד הנתונים מרחוק.

כאן הבעייה היא האם השימוש המועדף הוא דרך רשת טלפון, או דרך רשתות נתונים נפרדות,

שימוש בכבלי מתכת או סיבים אופטיים, לוויני תקשורת, מיקרוגל וכו׳.

• שימוש בתווך אלקטרוני לעיבודים בנייר, כגון: בנקאות אלקטרונית המחליפה את השימוש בצ׳קים בשימוש בכרטיסים מגנטיים טיפשים, חכמים, או מאוד חכמים; דאר אלקטרוני במקום מכתבים על נייר; העברת עיתונים או מגזינים באמצעות פקסימיליה, במקום בתחבורה וכו׳.

• הרחבת השימוש בטלוויזיה בכבלים, כדי לאפשר ריבוי ערוצי שידור והכנת שירותים מיוחדים כגון: טלוויזיה בתשלום, בנקאות ביתית, קניות מהבית, אזעקות, השכלה בבית, עבודה כ־TELECOMMUTERS (בבית), קשר של מסופים ביתיים למרכזי מידע וכו׳. כאן ישנה החלפת התעבורה מאמצעים קונבנציונליים לאמצעים אלקטרוניים. גם הקשר האישי מובטח, ע״י אפשרות לוועידות־וידאו, וידאו טלפון וכו׳.

• ארגון מחדש של איחסון ואיחזור מידע מבוססי מחשב, כדי לאפשר פעילות אינטראקטיבית באמצעות רשתות תקשורת, לקבלת מידע מבסיסי נתונים ע״י צוותות מחקר, לדוגמא, על מסופים בבית או במקום העבודה. בסיסי הנתונים יכולים לכלול מידע על מיגוון בלתי מוגבל של נושאים, דוחות מחקר, רשימות מסעדות, ניתוחים על טיסות לרשימת תאטרונים ותוכניותיהם וכו׳.

מבחינה טכנולוגית, תקשורת ועיבוד נתונים מרחוק (TELEPROCESSING) הולכים יחד.

בזמנו אנטוני אוטינגר HARVARD PROGRAM ON INFORMATION TECHNOLOGIES AND PUBLIC POLICY - 1975 CAMBRIDGE. MASS - THE MEDIUM AND THE TELEPHONE THE POLITICS OF INFORMATION) (RESOURCES, קרא לשילוב של רשתות תקשורת ומחשבים ל־INTEGRATED COMPUTER COMMUNICATIONS, שלאחר מכן הפך ל־TELEMATICS (מהמונח הצרפתי TELEMATIQUE). המושג בעברית ידוע בשם ׳תיקשוב׳.

בשילוב הזה, הולך וגדל השימוש במחשבים. מרכזי מיתוג, ניהול הרשת, יצירת ׳רשתות חכמות׳ המסוגלות לנהל את עצמן, לייצב את התנועה, לתקן את עצמן משגיאות, לפרט פעולות הנעשות בתקשורת, וכו׳. כמו־כן, התקשורת האלקטרונית מהווה חלק בלתי נפרד מהעיבודים מרחוק.

## פיתוח תשתית חדשה בחברת המידע

בחברות האנושיות שלפני חברת המידע, התשתיות היו מיועדות, קודם כל, לתחבורה עבור בני־אדם ומוצרים (כבישים, רכבות, טיסות, תעלות וכו׳).

לאחר־מכן, התפתחו אמצעיים להעברת אנרגיה, כגון צינורות נפט, גז, חשמל וכו׳, שאיפשרו התפתחות תעשיות במקומות שונים.

התשתית הבאה אחריהם, היא תשתית התקשורת, הנתונה לשינויים מרחיקי לכת ולהתפתחויות דרמטיות שלא התרחשו לפני עידן המידע.

השילוב בין טכנולוגיות הטלפון, מחשב, פקסימיליה, טלוויזיה בכבלים וכו׳, מובילה לאירגון מחדש של הקשר בין אנשים, הקטנת השימוש במסרים כתובים על נייר והגדלת השימוש האלקטרוני, שיטות חדישות להפצת חדשות, בידור, לימוד, ידע וכו׳.

שינויים כאלה מתרחשים לא רק במסגרת מדינה מסויימת, אלא גם בתחום הקשרים הבין־לאומיים.

היחס למרחק־זמן־שפה, הולך ומשתנה. כמות העברת נתונים, דיבור ותמונות, הולכת וגדלה, ולעזרתם באות טכנולוגיות חדשות, כגון תקשורת לווינית ותקשורת בכבלים, סיבים אופטיים סיפרתיים.

השימוש הגובר בסיבים אופטיים – גם למרחקים גדולים וגם קטנים – הוא תוצאה של רוחב־הסרט הגדול, שמאפשר העברת נתונים במהירות גבוהה ובמחירים סבירים. בנוסף לכך, במרחקים גדולים, ההשהייה של העברת האותות קטנה ביותר כמו בשימוש בלוויני תקשורת. למרות ששתי טכנולוגיות אלה מתחרות ביניהם (סיבים אופטיים ולוויני תקשורת), הן גם משלימות זו את זו.

לאחרונה, כאשר היו הפרעות תעבורה בכבל הסיבים האופטיים הטראנס־אטלנטי המקשר בין ארה״ב, אנגליה וצרפת (TAT-8), שימש לוויין התקשורת באוקיאנוס האטלנטי, אמצעי תעבורה חליפי.

השימוש בסיבים אופטיים הולך ותופס מקום נכבד, גם בתקשורת למרחקים לא גדולים, כגון באזורי טלוויזיה בכבלים. לאחרונה, הגיעו החיבורים עד לבית המנוי.

קיימות מספר בעיות לחיבורם של המחשבים לרשתות טלוויזיה בכבלים שונות, כיוון שיש צורך בציוד נוסף, כדי להבטיח תמסורת סיפרתית דו־כיוונית. הודות לרוחב־פס גדול, התפשטותן של רשתות אלה נפוצה בהרבה מקומות (בארץ יהיו 31 רשתות טלוויזיה (מצפים שהרשתות הראשונות יופעלו עוד בסוף השנה הנוכחית).

תשתית טלוויזה בכבלים, בעיקר אלה המבוססות על סיבים אופטיים, מתפתחות ומקבלות תפקידים חדשים, בעיקר בתחום פיתוח שירותים ביתיים בעזרת המחשבים.

טכנולוגיות מחשבים מבוססי זיהוי קול, תופסים מקום נרחב גם לצורכי תירגום במרחק (TELE-TRANSLATION) ׳טלתירגום׳. קימים דיווחים על פיתוח תירגום מאנגלית ליפנית ולהיפך; כמו־כן, גם בין שפות אירופיות: אנגלית, גרמנית, צרפתית.

בעידן המידע, חומר הגלם המבוסס מידע וידע, לא רק שאינו מתבזבז, אלא כמו ספירלה ההולכת ומתרחבת מלמטה למעלה, הוא הופל ונהייה יותר ויותר עשיר.

# העיר המתוקשבת
# חלק א׳

הגדרת ׳העיר המתוקשבת׳ – מאחדת שני מושגים: ׳העיר המחווטת׳ (״WIRED CITY״) ו׳העיר הלא מחווטת׳ (״WIRELESS CITY״). לא מדובר ברעיון שיהיה נחלתם של עשירים או חובבי ומומחי מחשבים בלבד, אלא בכלי לקבלת מידע, ידידותי, זול ובטוח.

## ׳העיר המתוקשבת׳ – עיר העתיד

׳העיר המתוקשבת׳ כעיר עתידית, היא עיר שבה מתקיימים שירותי תקשורת אנאלוגיים לצידם של שירותי תקשורת סיפרתיים. בערים כאלה יורכבו רשתות סיפרתיות של שירותים שלובים (ISDN - INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS) המכילות בתוכן תקשורת קווית ותקשורת אלחוטית.

התקשורת הקווית נותנת מאפיין של ׳עיר מחווטת׳ ומשתמשת בזוגות שזורים, כבלים קואקסיאליים וסיבים אופטיים, התקשורת אלחוטית (המאפיינת את ׳העיר הלא מחווטת׳), מתבססת על שירותי רדיו ניידים ונייחים, תקשורת לוויינית, קרני לייזר, טלפון־רדיו.

כבר ב־1972, כתב RALPH LEE SMITH, אחד ממקדמי הרעיון של עיר מחווטת ספר ושמו: THE WIRED NATION: CABLE TV - THE ELECTRONIC COMMUNICATIONS ״HIGHWAY״ ובו הוא רואה את תשתית התקשורת כאוטוסטרדות אלקטרוניות, המשרתות אינטרסים ציבוריים ופרטיים, יחד עם נוחיות. לדעת סמית, כמו שהמדינה דואגת לפיתוח כבישים לתעבורת מכוניות, כך עליה לדאוג לפיתוח אוטוסטרדות אלקטרוניות אלה , כדי להבטיח זרימת מידע ורעיונות. ואם כך הדבר, יש להבטיח שוויון באיכות וגישה לשירותים אלקטרוניים בכל רחבי הארץ.

העיר המתוקשבת מהווה גרעין עבור הקשר לפנים העיר ומחוצה לה. היא אינה מתבססת רק על ההיבט הטכנולוגי; ההתפתחות היא הרבה יותר רחבה וכוללת מעורבות אנושית בארגון עסקים, תרבות, ייצור ושימוש במידע לצורך שיפור רמת החיים.

למרות שהתקשורת מסוגלת להגיע לכל מקום בארץ, הולך ומתחזק מקומה של העיר המתוקשבת בעסקים, כפי שמוכיחות ערים גדולות: ניו־יורק, לונדון, סינגפור וטוקיו.

מבחינה היסטורית העיר המתוקשבת היא שלב מסויים בהתפתחות האנושית, ומטרותיה מגוונות: מסחריות, תעשייתיות, תרבותיות, חינוכיות, בידוריות ועוד. כשמתכננים את החיים בעיר העתידית, יש לתכנן את שירותי התקשוב (וידיאוטקס, טלטקסט, דואר אלקטרוני), המהווים חלק משרותי העיר. התקשורת האלקטרונית מביאה שינוים בדפוסי ההפצה המסורתיים של המידע מבוססי נייר, ואפשר להעביר את המידע באופן ישיר, כמו דרך צינורות.

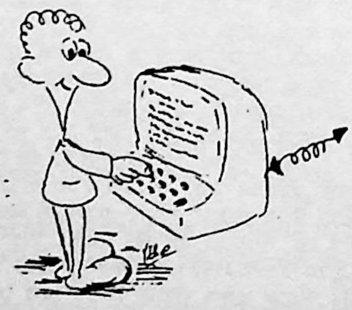
התווך העומד לרשות התקשורת האלקטרונית משפיע מאוד על מטרת המידע: הטלוויזיה לדוגמא, משודרת בגלי אתר חד־כיווניים, ומאפשרת פיזור מידע ללא הגבלה במספר הקולטים, ומנקודת מבט מסחרית מתאפשרת פרסומת בהיקף רחב־מאוד. הטלפון לעומת זאת, מאפשר ליצור קשר אישי, או בקבוצות מצומצמות. הדבר המעניין ביותר ב׳עיר המתוקשבת׳ הוא הכוונה להשתמש באותה תשתית לכל המטרות.

## רישות העיר הממוחשבת – שלב שני במהפכת המידע

אם מסתכלים על ׳העיר הממוחשבת׳ ככוח־מניע של כלכלה לאומית, עם אינטראקטיביות של מסרים ותוכניות שיכולים להיות מיועדים לאנשים או קבוצות, רשת התקשורת יכולה לבוא במקום קשר ישיר. שלב רישות העיר הממוחשבת הוא השלב השני במהפכת המידע (השלב הראשון היה השילוב בין מחשבים ותקשורת).

גם היחס אל בית־האב משתנה בעיר המתוקשבת. בבית, שהוא עתה ׳בית־חכם׳, אפשר לעסוק בעבודות המבוססות על עיבוד ושימוש במידע. ואולם, השינויים בתפקיד שממלא הבית אינם רק בתחום העבודה, אלא גם בתחומים חברתיים אחרים: למחשבים האישיים יש תפקיד חשוב בחינוך; בילוי בידורי ממלא את מקום התיאטרון או הקולנוע וכו׳. לכן יש לבחון את ה׳עיר המתוקשבת׳ כעיר שבה התקשורת היא חלק בלתי נפרד מכל שאר הפעילות החברתית. רמה גבוהה של שילוב מחייבת לשלב גם את הפעילות התעשייתית, כלכלית, כוח־אדם, חינוך, פיתוח־ערים.





## התפתחויות בעולם

עד כה דווח על מספר קטן של ניסיונות בעולם, בעיקרם ׳עיר מחווטת׳.

### ארה״ב

בארה״ב קשור המושג ׳עיר מחווטת׳ לטלויזיה בכבלים (טל״כ). לאחר מלחמת העולם השנייה הטל״כ היה מיועד רק לשידורי טלויזיה לבתי־אב, ואי־אפשר היה לקלוט את התוכניות דרך האוויר. כאשר מערכות התפתחו, מפעילי הרשת התחילו לשדר בעצמם תוכניות מקוריות ולהשתמש ברשת לצורכי טלפוניה. ב־1972 העניקה הועדה הפדרלית לתקשורת (FCC- FEDERAL COMMUNICATION COMMISSION) לטל״כ מעמד נפרד, בעזרת חוק מיוחד. ה־FCC חייב את רשתות הטל״כ להעביר מינימום 20 ערוצים דו־כיווניים, ובנוסף להעמיד ערוצים לרשות גורמים ציבוריים מקומיים, כמו חינוך וספורט, כך שהמונופול הטבעי על רשת הטל״כ לא חל גם על השירותים, שנהפכו לציבוריים. כמו־כן חוייבו בעלי הטל״כ להפוך את הרשתות לדו־כיווניות, כולל תקשורת וידיאו.

החוק מנע מבעלי הרשתות להשתמש בערוצי תקשורת רק לצרכים מסחריים וחייב לייחד תוכניות לקבוצות שונות, כגון ילדים, נכים ומיעוטים.

הכנסת שירותים ציבוריים שאין בהם רווח לבעלי רשתות טל״כ הובילה לירידה בהתעניינות של משקיעים לפיתוח טל״כ, בעיקר מכיוון שדו־כיווניות דורשת השקעה כספית ניכרת. לכן התפתחו טכנולוגיות חדשות כגון: טלויזיה למנויים (STV - SUBSCRIBER TV), מערכות הפצה במיקרו־גלים (MDS - MICROWAVE DISTRIBUTOR SYSTEMS), שידור ישיר באמצעות לוויין תקשורת (DBS - DIRECT BROADCAST SATELITTE) ובעיקר בהספק נמוך (LOW POWER DBS), וקלטות וידיאו שהתחרו בהכנסות העיקריות של רשתות הטל״כ, שנבעו בעיקר מטלויזיה בתשלום (PAY TV).

מאוחר יותר, בעקבות ביטול המונופול ותחרות מבוקרת בטלפון, הופיעו שירותים חדשים, כגון: יישומים של עיבודי נתונים של חברות כמו TYMNET, TELENET. B.O.C. (BELL OPERATING COMPANIES) שירותים אלה כבר לא היו נחלתם של רשתות הטל״כ המונופוליסטיות, וכך ההשקעות הגדולות ברשתות ברשות טל״כ מודרניות לא היו מעוגנות בחוקי מונופול; הדבר גרם לכך שרווחיות המשקיעים ברשתות הטל״כ ירדה.

הטכנולוגיות החדישות שגרמו לירידת השפעתו של הטל״כ, הביאו ליצירת בסיס תחרותי לשירותי מידע מגוונים, לעסקים ובתי־אב, וכך התפתחה ׳העיר המחוייטת׳. במקביל, העמידה תעשיית המחשבים מוצרים שונים, כגון: מחשבי מיקרו ומיני, מחשבים אישיים, פקסימיליות, מסופים חכמים, מודמים מהירים, שערי גישור בין רשתות מקומיות המחוברים לציודי קצה שונים, ביניהם ובין רשתות ארוכות טווח.

לאחרונה משקיעות תעשיות המחשבים והתקשורת בפיתוח רשתות תקשורת אזוריות (MAN - METROPOLITAN AREA NETSORKS), רשתות מיתוג־מנות, רשתות בחלוקת־זמן, רשתות בסיבים אופטיים וצינורות תקשורת אחרים.

בארה״ב מדברים כבר על ׳חברה ממוחשבת׳ (WIRED SOCIETY) המשלבת טכנולוגיות ושירותים, מבוססת על תחרות ועסקאות. דרישות השוק יהיו אלה שיקבעו איזה סוג של שירותים ורשתות יהיו מועדפים.

תעשיית הטלפון מהווה גורם תחרותי. לרוב חברות הטלפון אסור לתת שירותי טל״כ באזורים שלהם. לחברה כמו ׳בל׳, לאחר פיצולה מחב׳ AT&T, מותר להכין התשתית ולהשכירה למפעילי טל״כ, אבל ל־AT&T אסור להעביר פרסומים אלקטרוניים באמצעות רשת התמסורת שלה. אם תעשיית הטלפון תפתח רשתות רחבות־פס, לא יהיה כמעט שום הבדל בין היכולת של טל״כ ישל רשתות הטלפון.

נותרת השאלה: האם ללכת ברשתות נפרדות, המתחרות זו בזו, או ללכת ברשתות משולבות, המשלימות זו את זו?

התחרות בין רשתות טלפון וטל״כ לא באה לידי ביטוי רק בתמסורת וידיאו, אלא גם בתקשורת נתונים ודיבור. בין הטכנולוגיות החדישות המתחרות בהעברת נתונים, יש גם שירותי תוליות מיקרוגל (DTS, MDS) וגם פרטיות, רדיו־טלפון תאי, רשתות תקשורת מקומיות ורשתות תקשורת סיפרתיות לשירותים שלובים (ISDN).

לטל״כ יתרונות גדולים בפס־הרחב ובדו־כיווניות. נראה שרשתות הטלפון ישתפו פעולה עם רשתות טל״כ, כדי להבטיח שירותים שלובים וניצול יעיל של המשאבים.



**פרוייקט QUBE**

פרוייקט QUBE הוא פרוייקט הטל״כ המפורסם ביותר בארה״ב, והוא שייך לחב׳ WARNER-AMEX CABLE COMMUNIC. מאפייניו העיקריים: דו־כיווני ואינטראקטיבי, מפותח ב־6 הערים הגדולות ומחבר כ־350,000 בתי־אב; מעביר 30 ערוצים; השירותים ניתנים בצור ׳חבילה׳ או ׳תיבה׳ דרך הרשת וכוללים: קניות מרחוק, תוכניות בתשלום לפי זמן צפיה (PAY-PER-VIEW) או לפי יום (PAY-PER-DAY) או לפי ערוץ (PAY-PER-CHANNEL); תשלומים אוטומטיים, בקרה מרחוק, אפשרות להביע דעות (בעזרת לחיצת מקשים), תצוגת סחורות מחנויות מקומיות על מרקע הטלויזיה (בעזרת מצלמות), יצירת קשר בין סטודנטים בביה לבין מרצה, ועוד.

הפרוייקט התחיל בקולומבוס (1977). ה׳קופסא השחורה׳ (TERMINAL 'BLACK-BOX') הנמצאת אצל המנוי היא כמו מחשב סטן עם 30 לחצנים לבחירת הערוצים, ו־5 לחצנים נוספים, שבאמצעותם אפשר לענות על שאלותיו של מפעיל הרשת ב: כן; לא; להזמין תוכנית בתשלום לפי זמן צפיה; ולהשיב לאחת מחמש תשובות אפשריות בסקרים.

יתר הרשתות נמצאות ביוסטון, פיטסבורג, סינסינטי, סנט לואיס ושיקגו. בדאלאס הופעל לראשונה בארה״ב קשר בסיבים אופטיים. כל הערים התחברו לקולומבוס באמצעות לווין (1983).

בשנת 1984 היו ל־QUBE כ־2 מיליון מנויים ו־34 ערוצים. במקביל לפרוייקט QUBE התפתחו פרוייקטים ניסיוניים נוספים (כגון: NSF - NATIONAL SCIENCE FOUNDATION), שהוכיחו שרשתות טל״כ אינטראקטיביות מאפשרות מיגוון רחב של שירותים: שירותים קהילתיים, שירותים לחינוך מבוגרים, שירותים לקשישים.

דוגמה לשיתוף פעולה בין חברות טלפון וחברות טל״כ אפשר לראות בפאלו אלטו, קליפורניה. גם לוס אנג׳לס חויטה (1984) כדי להעביר את המשחקים האולימפיים, והשתמשו בטכנולוגיות החדישות ביותר להפצת מידע: סיב־אופטי ותמסורת ספרתית עבור 240 אלף ערוצי דיבור, ווידיאו איטי ומהיר (את התנ״ך היו יכולים להעביר בשלמותו בתוך חצי שניה), חיברו 42 כפרים אולימפיים, ונוסף למרכזיות מיתוג רגילות, הופעלו מתגים ניידים ואותות ממצלמות טלויזיה הפכו לאותות ספרתיים לתמסורת דרך הסיבים האופטיים להוליווד, ומשם לרחבי העולם (בצורה ספרתית). בכפרים האולימפיים הותקנו כ־2000 צגי וידיאו שהעבירו מידע ממוקדים שונים דרך רשת הטלפון, ושימשו גם כמעבדי תמלילים ומדריכים אלקטרוניים כגון: עדכון תוכניות תוצאות מיידיות של תחרויות. משנסתיימה האולימפיאדה, נשארה התשתית התקשורתית, ולוס אנג׳לס הקדימה את ׳העיר המתוקשבת׳. ואולם, הדגם שנוצר עד־הוק מיועד לעסקים ולא לבתים. כנראה שזו הדרך שארה״ב החליטה לאמץ: ׳עיר מתוקשבת׳ קודם כל לעסקים.

דואר קולי, דואר אלקטרוני, וידיאוטקס ואודיוטקסט גם הם יישומים ביתיים שנובעים מיישומים במשרד הממוחשב.

ההכנסות מטל״כ בארה״ב הם מעל ל־10 מיליארד דולר לשנה, ויש תחרות גדולה בין רשתות טל״כ לרשתות הטלויזיה הגדולות, כגון סי.בי.סי, אנ.בי.סי, אי.בי.סי, ומאיימים גם על רשתות הטלפון.

## אנגליה

לטווח הארוך, התחרות הגדולה בין טל״כ לבין רשתות טלפון תתפתח כנראה באירופה, ובמיוחד באנגליה. הטל״כ, שהתחיל להתפתח באנגליה רק ב־1980, לא רשם לעצמו התקדמות ניכרת עד לזמן האחרון. אבל, בגלל שינוי בחוקים ובדרישות השוק, ובעיקר בגלל מדיניות הליברליזציה, המצב מתחיל להשתנות. גם ההתפתחות של טכנולוגיית ׳מיתוג כוכבי׳ והשילוב ההולך וגובר בין טלפון ושירותי טל״כ המתאפשרים כתוצאה משילוב זה, מאפשרים להציע למשתמש שירותים אטרקטיביים מבחינה כלכלית.

בתחילת שנות ה־80׳ הממשלות האירופאיות עודדו את התפתחותו של הטל״כ משתי סיבות עיקריות:

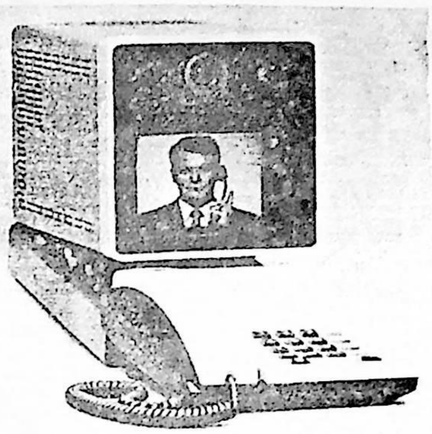
א. הטלויזיה המשודרת (BROADCAST TV) הגבילה את ההתפתחות התעשייתית ואת יכולת הבחירה של המשתמש.

ב. הרעיון של ׳חברה מתוקשבת׳ קיבל תנופה, ולבתי־אב מובאים שירותים אינטראקטיביים מגוונים ביותר.

באנגליה היו לטל״כ התחלות קשות. למרות שהזכיונות עבור רשתות ממותגות ניתנו ל־23 שנה כדי לעודד את התפתחותן, בסוף שנת 1987 רק שבע רשתות התחילו לפעול. התפיסה של חברת CABLETIME היא עד למרכז המיתוג ׳עץ וענפים׳, וממרכז המיתוג - כבלים נפרדים מתפזרים לבתי־אב, במרחק 150 מ׳ מהמתג. בבית המנוי נמצאים ׳קופסה שחורה׳ ומעבד זעיר. ׳הקופסא השחורה׳ ממירה את תדרי VHF ל־UHF, והמעבד מאפשר דו־שיח בין המנוי והמתג. כמו בטלפון, יש ביזור כוכבי לבית, והוא מאפשר להכניס שירותים אינטראקטיביים. הבקרה על הרשת מבוזרת במרכזי מיתוג; למיחשוב במוקד התפעול יש פחות עיבודים. כמו כן, יש דיווחים שתחזוקת המערכת זולה יותר, בגלל שממוקד התפעול ניתן לבדוק את כל המערכת עד למרכזי מיתוג.

חברות טל״כ באנגליה, כמו WINSDOR ביחד עם MERCURY משווקות באזורי הזיכיון שלהן באזורים תעשייתיים, בנוסף לשירותי טלויזיה, גם שירותי טלפון, ומצפים שלאחר שנת 1990 מפעילי טל״כ יהיו רשאים לתת שירותי טלפון באופן עצמאי באזורי הזיכיון.

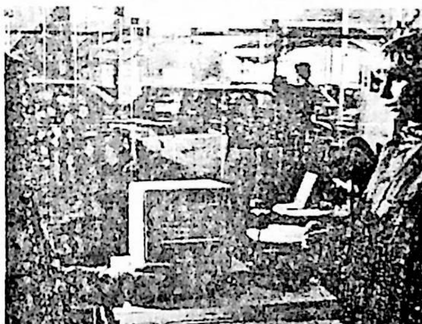
טופולוגיה כוכבית ממותגת דומה מאוד לזו של רשת טלפון, וזאת סיבה נוספת לחפש פתרונות לשילובם.



הכנסת הטלפון ברשת טל״כ כוכבית ממותגת דורשת עבור כל מנוי רוחב־סרט מיוחד, ודו־כיווני. חברת CABLETIME פיתחה פתרון המשלב טלפון עם טלויזיה בכבל שבין מרכז המיתוג לבית המנוי שבו יש רזרבה של רוחב־סרט. הפתרון מורכב משני יחידות: יחידה אחת נמצאת בתוך הבידוד הסטנדרטי של מקלט הטלויזיה, שמותקן בכניסה כל בית, כדי להבחין בין שני השירותים: טלפון וטלויזיה; היחידה השניה נמצאת במרכזי כוכב המיתוג. בצורה כזאת הרשת מורכבת משתי רשתות פיזיות כוכביות: רשת טל״כ עם מרכזי מיתוג כוכבי המשרתים עד 50 או 60 מנויים, ורשת הטלפון עם מרכזי מיתוג כוכבי המשרתים כ־900 מנויים.

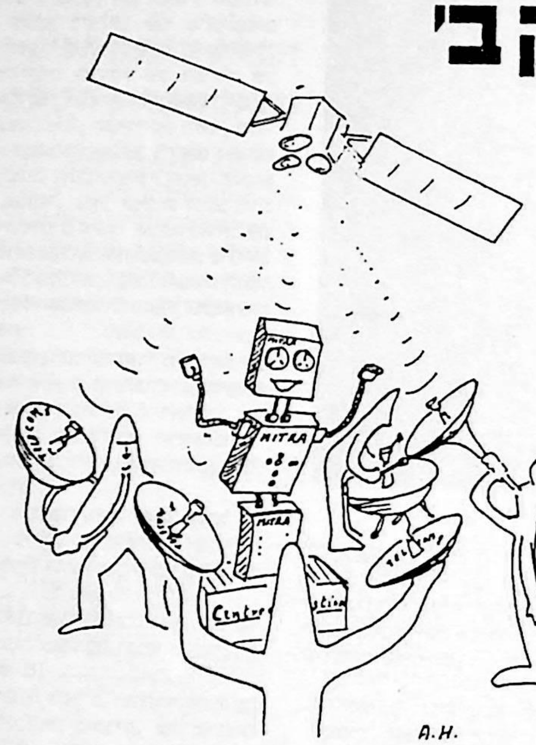
רשות הכבלים באנגליה הודיעה בשנה האחרונה (1988) על זיכיון בבירמינגהם, ובו יבוא לידי ביטוי שילוב בין טל״כ וטלפון. כתוצאה מכך מצפים לירידות חדות במחירי שיחות טלפון מקומיות.

אם הפרוייקט יצליח, יש להניח שרשתות טל״כ כאלה יוכיחו את עצמן כרשתות החשובות ביותר לשילוב של כל השירותים האלקטרוניים הכוללים טל״כ, טלפון, מדידות מרחוק ושירותים אינטראקטיביים שונים.



# העיר המתוקשבת

## חלק ב'




תקשוב

### צרפת

המונופול בתקשורת בצרפת הוא אחת הסיבות לכך שהטכנולוגיות בעלות פוטנציאל מקומי ואינטראקטיבי נכנסו באיחור של עשר שנים. רק בשנים 1981–1985 הובילו השינויים במדיניות התקשורת לשינויים ביישומים טכנולוגיים חדישים. הפרוייקטים של 'עיר מחווטת' התבססו על פיתוח תקשורת ויזואלית ואינטראקטיבית, והשירותים החדשים הנובעים מכך – כגון וידיאוטקס – מהווים הצדקה לחווט מחדש את הארץ, בגלל תרומתם הכלכלית וחברתית.

התפתחה מדיה חדשה, ובה סיבים אופטיים, תחנות רדיו פרטיות מקומיות (עם ובלי פרסומות מסחריות), לוויינים לשידור ישיר (DBS–DIRECT BROADCAST SATELLITE), ותחנות טלויזיה פרטיות לשידור מקומי. התוכנית, הידועה בשם 'תוכנית התקשוב' (P.ROGRAMME TELEMATIQUE) הציבה לה כמטרה להכניס 30 מיליון צגי מיניטל (MINITEL) לבתי־אב, והם אמורים לתפוס את מקומם של ספרי הטלפון. (מדיווחים שונים עולה כי קיימים כבר יותר מ־3 מיליון צגים כאלה בבתי־אב ועסקים, המתחברים ליותר מ־5 אלפים מאגרי מידע באמצעות קווי טלפון). השירותים הנפוצים ביותר, בנוסף לדפי־זהב וספרי טלפון הם: בנקאות ביתית ומשרדית, קניות מרחוק, דואר אלקטרוני (בקוד ASCII), ועוד.

בנוסף לתרומתה לפיתוח תעשיית האלקטרוניקה בצרפת, הרגילה השיטה את האוכלוסייה להשתמש בלוח המקשים.

בפרוייקט ליישום סיבים אופטיים בטופולוגיה כוכבית מתוכננת התחברות של 6 מיליון בתי־אב עד לשנת 1992. המאפיין החשוב של רשת זאת הוא האינטראקטיביות. בעזרת תוכנה מתאימה, האזרח יכול לקלוט תוכניות בצורה פסיבית (לדוגמא: שידורי טלויזיה), וכן יש באפשרותו לבחור (מוצר לדוגמא), ולקיים דו־שיח, ובצורה כזאת מובטח קשר בין רב־משדרים ורב־קולטים, ולהפך.

בצרפת מניחים שמרשת כזאת יהיו רווחים ניכרים, לא רק משידורי טלוייזיה, אלא גם משירותים אינטראקטיביים שונים כגון: בנקאות ביתית, שמירת מקומות ברכבות, מטוסים, הצגות, מסעדות, וכדומה. היישומים הטכנולוגיים בצרפת מבוססים על שילוב בין חופש הבחירה של הפרט, אינטראקציה והחלפת מסרים מחד גיסא, וחישובים כלכליים ועסקיים, מאידך גיסא.

### פרוייקט ביאריץ

הפרוייקט הוקם בצרפת בשנת 1979, ונחשב אז כניסיון המתקדם ביותר באירופה עבור רשת סיבים אופטיים, בטופולוגיה כוכבית אינטראקטיבית.

בין השירותים שהרשת מספקת: וידיאוטקס נע, וידאוטלפון, רדיו באיכות גבוהה, דיבור, נתונים, תמונות נעות. כל אלה הם שירותים ספרתיים משולבים, דרך רשת ספרתית ISDN - INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORNS). הפרוייקט היה מיועד לניסוי לקראת הפעלת רשת לאומית סיפרתית לשירותים שלובים (ISDN), והיה אמור להיות דגם של 'עיר שנות ה־2000'.

לרשת התחברו כ־1500 בתי־אב, שקיבלו מגוון רחב של שירותים ותוכניות (גם של חברות זרות הנותנות שירותים ציבוריים כגון בתי־מלון): 'וידיאוטקס־על' (SUPERVIDEOTEX) המשלב וידיאוטקס, תמונות נעות ושמע, 'וידיאובנק' המתבסס על ציוד קצה שיש בו מודם וידיאוטקס עובר תמסורת במיתוגמנות ותקליט וידיאו מבוסס לייזר (LASERVISION), המאפשר וידיאו־קניות (VIDEOSHOPPING), תוכניות לימודיות וחינוכיות אינטראקטיביות; 30 ערוצים לשידורי טלויזיה שחלקם על בסיס תשלום בצפיה; 12 ערוצי רדיו באיכות גבוהה, ועוד.

בשנת 1982, כתוצאה מביטול המונופולין על תקשורת, התפתחה רשת תקשורת בפס־רחב, שמע־וידאו (AUDIOVISNAL COMMUNICATION) המובילה את צרפת לקראת רשת משולבת בפס־רחב ובהיקף ארצי. רשת ספרתית כזאת יכולה למנוע הופעת שתי רשתות נפרדות – אחת לטל"כ והשניה לשירותים שלובים. הרשת מבוססת על פיתוח בסיבים אופטיים ובאופטרוניקה.

מתוכנן שבשנת 1992 יהיו מחוברים לרשת זאת 6 מיליון בתי־אב, ולאחר מכן 1 מיליון בתי־אב נוספים בכל שנה.

בצרפת קם גוף בין־מישרדי חדש (משרד התקשורת ויצרני טלקום) MISSION TV-CABLE, והוא הנהיג אסטרטגיה תעשייתית.

הרשויות המקומיות אחראיות להפעלת הרשתות המקומיות של הטלויזיה והרדיו, וזאת באמצעות חברות תפעול מסחריות, שמניותיהם שייכות לרשויות המקומיות ולגופים פרטיים.

המנויים יכולים לבחור את השירותים הבסיסיים – בתחילה תוכנית אחת מ־15 תוכניות טלויזיה או ערוצי וידיאו, ובשלב מתקדם יותר, אחד מתוך 30 ערוצים. ערוצי הטלויזיה הם בסטנדרט SECAM-L.

שירותים נוספים שאפשר לבחור: טלפון שני (דרך הרשת החדשה), וידיאוטקס, חיבור של מקלט טלויזיה נוסף לרשת החדשה, פיקוח מרחוק על בטיחות הבית, קשר למאגרי מידע, וידיאו ותמונות, ועוד.

ניסיונות נוספים היו גם במונטפליאר (25,000 תקעים מתוך 200 אלף בתי־אב); פריס (100 אלף תקעים מתוך 2.2 מיליון בתי־אב); קאן, ליל ומרסיי.

תוכנית התקשורת הצרפתית לשמע־וידיאו הצרפתית, משלבת תקשורת בכבלים (סיבים אופטיים בטופולוגיה כוכבית המאפשרת דו־כיווניות ואינטראקטיביות שלמה) בטלמקטיקה (תקשוב – תקשורת מחשבים).

### יפן

ביפן מושם דגש חזק על פיתוח דור חדש של 'ערים מחווטות', במטרה ליצור חברה בעלת תקשורת מבוקרת מחד גיסא, ולבוא לקראת הצרכנים ולפתח מערכות מסחריות מאידך גיסא.

התחרות ביפן מבוקרת, הן בנושאי פנים והן בנושאי חוץ לארץ.

ניתן להבחין בשלושה שלבי התפתחות בתקשורת מאז שנת 1970, והגורמים המשפיעים ביותר הם משרד התקשורת והדואר (MPT - MINISTRY OF POST AND TELECOMM) וחברת NTT (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE). תפקידו של משרד התקשורת הוא קביעת מדיניות בתקשורת והתעשיות הקשורות אליה, כולל דואר, טלפון, מברקה, תקשורת מחשבים ושידורי



קבלת מידע אלקטרוני

רדיו וטלויזיה דרך גלי אוויר או כבלים; חב׳ NTT פיתחה תפיסה של רשתות סיפרתיות בפס־רחב לשירותים משולבים, הידועה בשם INS, ומקבילה לתפיסת ISDN בארצות אחרות.

על־פי ההשקפה היפנית ה־INS קשור לטל״כ (טלויזיה בכבלים) וניכר מאמץ ליצור דו־קיום הדוק ביניהם כדי להגיע לחברת מידע מתקדמת ול׳עיר מחווטת מתקדמת׳.

שני גורמים חשובים ביפן, MPT ומשרד המסחר והתעשייה הבינ״ל תכננו ב־1973 שני פרוייקטים ניסויים נפרדים: הראשון בעיר החדשה TAMA (230 אלף תושבים). הפרוייקט מבוסס על תפיסה של תקשורת כבלים מתקדמת ונקרא: TOCIS - TAMA COA-XIAL CABLE INFORMATION SYSTEM; הפרוייקט השני, מבוסס על רעיון של INFORMATIONZATION ב־HIGASHI IKMO NEW TOWN ונקרא: HI-OVIS - HIGHLY INTERACTIVE OPTICAL VISUAL INFORMATION SYSTEM. בשל סיבות תקציביות התאחדו שני הפרוייקטים בארגון: THE LIVING VISUAL INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT ASSOCIATION. ב־1973 השפיע משבר הנפט על הכלכלה, ובגלל העלות הגבוהה של כבלים קואקסיאליים לדוגמה, הנחוצים לטל״כ, הפרוייקט נדחה.

ואולם, משבר הנפט גרם לבדיקה מחודשת של האפשרויות להמיר את אמצעי התחבורה בתקשורת TELECOMMUTING כגון: ועידות וידיאו ווידאו־פון.

ב־1976 נחנכה ה׳עיר המחווטת׳ הראשונה ב־TAMA, עיר שבה תושבים צעירים ואנטלקטואליים, העובדים ברובם בטוקיו.

באמצעות הרשת החדשה ניתן היה לקבל 11 שירותי תקשורת רגילים וחדשים:׳ טלויזיה אינטראקטיבית, טלויזיה בתשלום, עיתון פקסימיליה, וכדומה.

פרוייט HI-OVIS (1978) שונה מ־TAMA CCIS, בעיקר מפני שמדובר באוכלוסיה מעורבת ובבנייה מורכבת ממבנים גדולים ומבוזרים.

מאז גברה ההתעניינות בטל״כ, ופותחה רשת של סיבים אופטיים בטופולוגיה כוכבית, עם מרכזים ותת־מרכזי הפעלה. הרשת, שכולה סיבים אופטיים, מאפשרת הכנסת שירותים שמע־וידאו בין אולפן מרכזי לבתי־מגורים, והתושבים יכולים לקבל, לפי הזמנה, מידע ויזואלי הניתן בעזרת קלטות וידאו, תמונות סטטיות, שקפים ועוד. הציוד אצל המשתמש כולל מקלט ומצלמת טלויזיה, שפופרת ומקלדת.

ב־1984 הוקמה ועדה מייעצת בין־משרדית, שתפקידה לקדם את הרעיון של ׳חברת מידע מתקדמת (ADVANCED INFORMATION SOCIETY). רשת תקשורת ומידע מתקדמת הוקמה בעיר KITAHARA (1983) ע״י NTT, שממשיכה לפתח INS גם באזורים שונים בשיתוף פעולה עם גורמים ממשלתיים מקומיים.

במקביל, משרד התקשורת היפני מקדם את פרוייקט TELETOPIA המאחד CATV, INS ומדיה חדשה לפיתוח אזורי, בו־בזמן ש־MITI מקדמת את פרוייקט NEW MEDIA COMMUNITY, הדומה ל־TELETOPIA.

### פרוייקט *NEW MEDIA COMMUNITY (1984)*

פרוייקט זה משלב טל״כ מתקדם ורשת תקשורת סיפרתית מבוססת מחשבים. נחברו 8 אזורים לדוגמה, והראשון בהם אמור היה להתחיל לפעול ב־1987.

### פרוייקט *TELETOPIA (1986)*

הפרוייקט נקרא גם ׳פרוייקט עיר לדוגמה עבור תקשורת עתידית׳, והוא מתבסס על INS, CAPTAIN. נבחרו 10 ערים (שיהיו ערים לדוגמא) מתוך כ־100 ערים שהגישו מועמדות. לכל הפרוייקטים מטרה משותפת: לבנות ׳ערים לדוגמה׳ מבוססות תווכי תקשורת שונים, כגון טל״כ דו־כיווני ואינטראקטיבי, ושתהיינה חלק מהתשתית המורכבת של ISDN בפס־רחב. שירותים חדשים, כגון: INFORMESCIALS = IN-FORMATION COMMERCIAL לתועלת היצרנים והצרכנים, בקשר לקבלת מידע וסקר דעת הקהל; TELEVOTING – דירוג תגובות לאחר קליטת המידע; תוכניות חינוך, חילופי תוכניות עם מערכות אחרות באמצעות התחברות לרשתות טל״כ שונות ומאגרי מידע אחרים; קליטה ישירה מלווין ע״י רשתות כגון HI-OVIS, שידורים למינויים, ועוד.

## התפתחויות בישראל

גם בישראל מתפתחות בקצב מואץ תוכניות לרשת את הארץ ולהוביל אותה לתקשורת מודרנית, הגם שלא מדובר על ׳עיר מתוקשבת׳ או אפילו ׳עיר מחווטת׳.

השינויים במבנה משרד התקשורת כתוצאה מפיצול חב׳ ה׳בזק׳ (1984) ו׳רשות הדואר׳ (1987), איפשרו לאמץ מדיניות תחרותית בשירותי תיקשוב (המונופול על טלפון נשאר בידי חב׳ ׳בזק׳).

משרד התקשורת בשיתוף עם המועצה לשידורי בכבלים, הכין מכרזים עבור טלוויזיה בכבלים, ולמטרה זאת הארץ חולקה ל־31 אזורים, שכל אחד מהם יחידה כלכלית מורכבת מ־40,000 בתי–אב. יזמים פרטיים יוכלו לקבל זיכיונות, אם יעמדו בקריטריונים קבועים מראש. (עד מחצית שנת 1988 כבר יצאו מכרזים לעשרת האזורים הראשונים, ומתוכנן שעד אמצע שנת 1989 יתחילו לפעול התחנות הראשונות של טלויזיה בכבלים.

ההשקעה בפרוייקט טל״כ בחמש השנים הקרובות היא כ־400 מיליון דולר. התשתית לכבלים תהיה נפרדת או משותפת עם תשתית התקשורת של חב׳ ׳בזק׳, בהתאם לשיקולם של היזמים, שהם גם המשקיעים.

תחנות הטל״כ ישאו אופי של תחנות מקומיות; הקשר בין מוקדי תיפעול שונים יהיה דרך תשתית קווית, סיבים אופטיים או גלים קצרים.

יהיו לפחות 24 ערוצים של טל״כ, ובהם שידורים מקומיים מיוחדים, סרטים באיכות גבוהה, הפקות מקומיות, תוכניות טלויזיה המשודרות באוויר, שידורי לווין וגם 18 אפיקי רדיו סטריאופוניים. מוקדי התפעול של המערכות יוזנו ממוקדי קליטה שבהם יותקנו צלחות לקליטת שידורי לוויינים (כפוף לקבלת אישורים מתאימים).

מתוכנן שבחמש השנים הראשונות להפעלה לא תשודר פרסומת, וההכנסות תהיינה רק מדמי התקנה ומינוי. שירותים חדשים אחרים, כמו טלויזיה בתשלום (PAY-TV) או ׳ערוץ 3׳ ייכנסו גם הם.

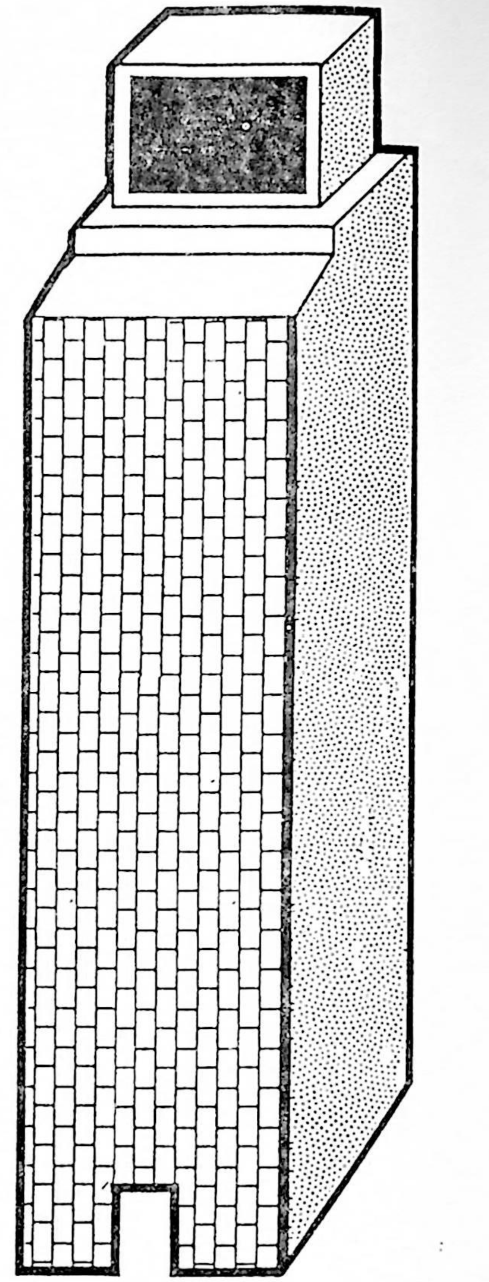
אמור להתפרסם מכרז לטלויזיה בלוויין, שהיא טלויזיה למנויים בלבד. שידורי הלוויין ייקלטו באמצעות אנטנות מיוחדות. השידור מופץ באוויר בצורה מוצפנת, ורק המנוי שבידו מפענח יוכל לקלוט אותו. שידורי טלויזיה למנויים יופצו גם באמצעות מערכות טל״כ, באפיק מיוחד שיוקצה לכך על־ידי בעל הזיכיון לשידורים בכבלים.

במקביל, חב׳ ׳בזק׳ מפתחת אוטוסטרדות של סיבים־אופטיים, טלפורטים – מרכזים אזורים שבהם יהיה ריכוז של מספר אנטנות, תקשורת לוויינית פנים־ארצית, הגברת תקשורת נתונים במיתוג־מנות (רשת ׳ישראנת׳ במהירות עד 64 א״ב/ש), תקשורת נתונים נקודה־לנקודה (רשת ׳סיפרנת׳ במהירות עד 2 מ״ב/ש, רדיו־טלפון התאית, והמרת הציוד האנלוגי המיושן לציוד סיפרתי חדש (עד סוף שנת 1987 הופעלו כ־40% מכלל מרכזיות בארץ בציוד סיפרתי).

במישור הבין־לאומי – מדינת ישראל הצטרפה, באמצעות משרד התקשורת וחברת ׳בזק׳ לקונסורציום המורכב מ־16 ארגונים העוסקים בתקשורת והשייכים ל־10 מדינות, להנחת כבל תת־ימי בין האגן המזרחי של הים התיכון (ישראל, טורקיה ויוון) ואיטליה. מדובר בטכנולוגיה חדישה ביותר: סיב אופטי ותמסורת סיפרתית.

בתחום התקשורת הלוויינית, המשמשת להעברת שידורי טלויזיה, טלפון ונתונים, הן ברשת הבין־לאומית והן ברשת הארצית, הוקמה חברה ׳אפיקי תקשורת׳ (1985) השייכת למשרד התקשורת ולחב׳ ׳בזק׳. התקשורת הלוויינית הבין־לאומית נתמכת ע״י שלוש לוויינים, ולוויין אחד לתקשורת פנים אצרית.

עם כל ההתפתחויות לא חוזים שירותי ISDN לפני שנת 1995 בארץ. ■



# 'הבית הממוחשב' – הבית הסיפרתי של מחר

'המשרד הממוחשב' שהעסיק בשנים האחרונות אנשי מחשבים, תקשורת ועסקים, טרם הגיע לשיאו, וכבר עולה טכנולוגיה חדשה: 'הבית הממוחשב'.
מנבאים שתעשיית 'הבית הממוחשב' תשנה באופן ניכר את המוצרים ואת הרגלי החיים בעשור הבא.
מה הוא 'בית ממוחשב'? למי הוא נחוץ ולשם מה? מה הן האפשרויות בכלל ובארץ בפרט?
אלה הן מספר שאלות שהמאמר עוסק בהן.

## הבית הממוחשב – מהו?

העובדים המודרניים, עוזבים את הבית למטרת עבודה – תופעה הידועה בשם: 'COMMUTERS'. הבית הממוחשב יהפוך רבים מה־COMMUTERS בעיקר לאנשי הצווארון הלבן ל־TELECOMMUTERS, כלומר עובדים מרחוק באמצעות מיחשוב ביתי.

המיחשוב הביתי מורכב ממוצרים אלקטרוניים ומערכות מבוססות מעבדים זעי־רים (MICROPROCESSORS) ותקשורת. 'הבית הממוחשב' כולל בין היתר, אוטומציה ומיח־שוב של תהליכים ביתיים כגון: חימום, מיזוג אוויר, חשמל, מים, בטיחות, בידור וקבלת מידע (INFOTAINMENT), מערכות אזעקה וכו'.

ה־TELEPUTER – מחשב ומסוף רב־שימושי – ממלא לפחות שישה תפקידים: טלוויזיה צבעונית, מחשב אישי, קסטת וידאו, דיסק וידיאו, וידיאוטקס ותקשורת. המערכת ניתנת לשימוש באותה מידה בבית הממוחשב ובמשרד הממוחשב (ציור מס' 1).

הרשת הביתית (HOME NET) היא חלק בלתי נפרד מהתקשורת הכללית (ציור מס' 2), וניתן לחלק אותה לארבעה תחומים עיקריים: הרשת הביתית (1), הרשת המקומית (2), הרשת האיזורית (3) והרשת הלאומית והבין־לאומית (4).

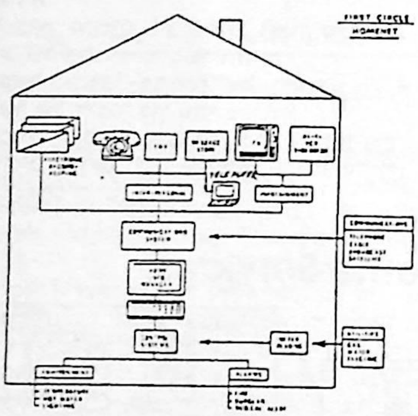
הרשת הביתית ניתנת לחיבור לרשתות חיצוניות במיגוון שיטות: לרשת ציבורית בחיוג, במיתוג־מעגלים או במיתוג־מנות, לא־נטנות צלחת על גג הבית, כדי ליצור קשר באמצעות לוויין, לרדיו, טלוויזיה בכבלים וכו'.

מתוך מיגוון הגישות השונות להתחברות הרשת הביתית נציין שתי גישות חשובות: גישת חברות הטלפון וגישת חברות הטלוויזיה בכבלים.

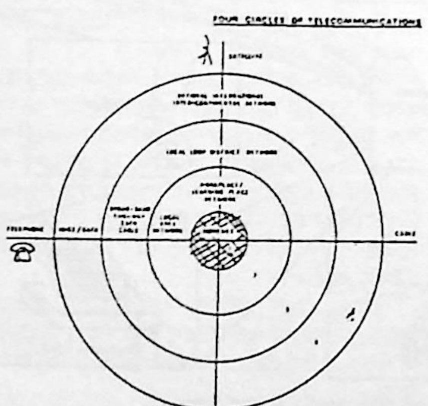
## הבית הממוחשב – גישת חברת הטלפון

הרבה חברות טלפון (בארץ חב' 'בזק') מפתחות רשתות תקשורת מבוססות סיבים־אופטיים המסוגלים להעביר בו־זמנית שירותי מידע כמו: דיבור, נתונים, טקסטים ווידאו, בטכנולוגיה הידועה בשם I.B.S.D.N.
(INTEGRATED BROADBAND SERVICES DIGITAL NETWORKS).

זהו תהליך הדורש זמן ארוך והשקעות גדולות מאוד.




ציור מס' 1 – רשת תקשורת ביתית על מרכי־ביה השונים.




ציור מס' 2 – מקומה של רשת תקשורת ביתית בין יתר רשתות התקשורת (1)

לעומת זאת, רשתות טלוויזה בכבלים מתפתחות באזורים מוגבלים יותר ועל כן יכולות החברות הפרטיות, בפחות השקעות ובזמן קצר יותר, להגיע לתוצאות חסכוניות ומהירות יותר, גם בשימוש בכבלים אופטיים.

**בטחון**

אבטחת גדרות ומעברים, חלונות, דלתות ושערים, באמצעים כגון:

- מיתוג השמלי (ניתוק או חיבור).
- פיקוח פוטו־חשמלי.
- פיקוח על שטחים בעזרת מכשירים המשתמ־שים בטכנולוגיות על־קולי, מיקרוגל או אינפרא־אדום.
- פתיחה וסגירה מרחוק של מנעולים חשמל־יים, מחסומים לרכב, שערים וכו׳.
- הפעלת תאורה מרחוק.
- פיקוח שמיעתי ווידאו מרחוק (בעלי מיגוון רחב של יישומים). אפשרי גם בשילוב עם אמצעי הכוונה מרחוק לכיוון ההסתכלות וההתקרבות (ZOOM).

**בטיחות**

- אזעקות חרום מאנשים חולים הנושאים על עצמם מכשיר אלחוטי מיוחד קצר טווח עד למקלט מיוחד בתוך הדירה אשר דרכו ודרך מערכת הכבל מוזעק מרכז פיקוח ועזרה מיי־דית (PANIC BUTTON).
- שירותי שמירה (באמצעים טלמטריים) נגד פריצות והשגת גבול.

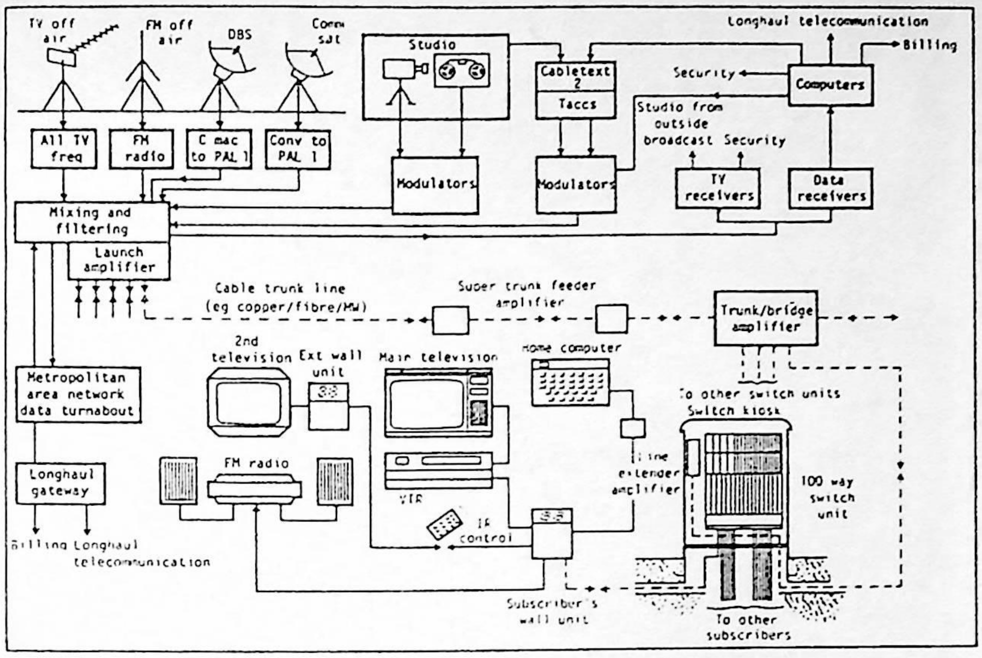
**תקשורת**

- העברת נתונים בין מחשב וציוד קצה גם כחלק של בקרות טלמטריות.

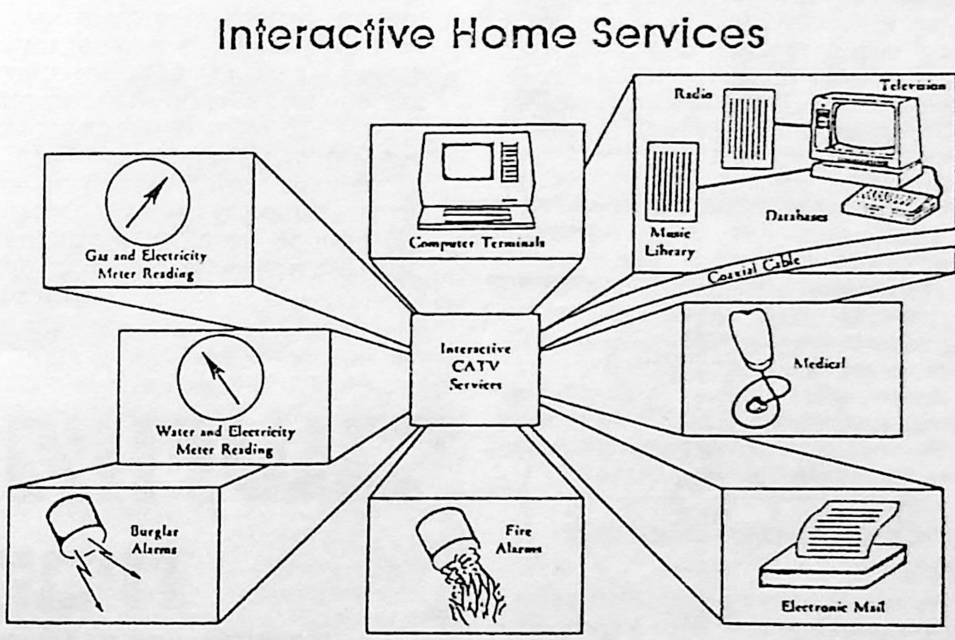
קשר טלגרפי, פקסימיליה, טלקס.

- קשר של דיבור בין שתי נקודות.

בציור מס׳ 5 ובטבלה מס׳ 1 מופיעים שירותים שונים ביחד עם המהירויות הדרו־שות (רוחב־סרט).




ציור מס׳ 6 – אחת האפשרויות לבניית רשת טל״כ.




ציור מס׳ 5 – שירותים ביתיים אינטראקטיביים.

באנגליה, לדוגמה, תוכניות של רשתות טל״כ היו מבוססות קודם על טופולוגיה של ׳עץ וענפים׳ עם אפשרות להעביר ל׳כוכב ממו־תג׳ המאפשר שירותים ביתיים אינטראקטיב־יים.

בציור מס׳ 6 מתוארת מערכת כללית ובי־תית, עבור העיר סווינדון, של חב׳ THORN EMI CABLE TELEVISION. האותות מועברים תחילה דרך עורק ראשי של כבל קואקסיאלי ומשם לארונות פיצול ומגברים עד לבית המנוי.

השינויים הדרושים להעביר ל׳כוכב ממו־תג׳ הם בארון הפיצול שבו מכניסים את המת־גים, ובבית המנוי, שם יש ציוד המותקן על הקיר יחד עם צג.

באנגליה, יותר מאשר בארה״ב, הפיתוח של רשתות המבוססות על טופולוגיה של ׳כוכב ממותג׳ ושילוב שירותי טל״כ בטלפוניה נותנים לצרכן יותר אפשרויות ועלותם נמוכה יותר (מתחילת שנות ה־80׳).

נוסף לפיתוחים טכנולוגיים, משפיעה גם מדיניות הליברליזציה בתקשורת והעובדה שכבר לא קיים מונופול של חברת תקשורת אחת. כיום יש באנגליה שתי חברות תקשורת: MERCURY AND BRITISH TELECOM וחב׳ CABLETIME.

חברה אחרונה זו משלבת ברשת שלה ב׳כו־כב ממותג׳ גם טלפון, יחד עם שידורי טלוויזיה ושירותי נתונים אינטראקטיביים.

׳טכנולוגית המידע׳ נתמכת ע״י ׳החברה המחווטת׳ (WIRED SOCIETY) שבה יש תפקיד מרכזי לרשתות טל״כ ממותגות בפס־רחב.

חב׳ ׳CABLETIME׳ משתמשת ביתרון של הטופולוגיה ׳עץ וענפים׳ ובכוכב ממותג הנמצא במרחק של כ־150 מ׳ מהמנוי. בבית המנוי נמצא ממיר תדר מהתחום VHF לתחום UHF ומחשב זעיר (MICROPROCESSOR) לשליטה ובקרת השירותים הביתיים.

נוסף לכך, ניהול הרשת, עיבוד הנתונים והבקרה מבוזרים למתגים שבמרכז הכוכב, דבר הנותן יתרון גם בתחזוקה ותפעול שוטף.

הכנת סיבים אופטיים (כמו בפרוייקט: WESMINSTER CABLE) מביא לבית המנוי, גם וידיאופון, נוסף לשירותי מידע.

(הטכנולוגיה הפוטונית קיבלה שמות שונים בשני תחומים – בטלפוניה משתמשים במושג 'סיב־אופטי' ובטלוויזיה בכבלים – 'כבל־אופטי').

טכנולוגיה פוטונית מקבלת באחרונה עדיפות תעשייתית ממדרגה ראשונה, לא רק כטכנולוגיה בפני עצמה, אלא בגלל היישומים שיש להם דרישה בשוק.

ההבדלים בין שתי הגישות (טלפון וטלוויזיה בכבלים) הם משמעותיים: בטלפוניה ניתן לחבר למרכזיה המקומית מנויים שמספרם יכול להיות בסדר גודל של אלפים עד עשרות אלפים. יש מספר מרכזיות מקומיות באזור מסויים, המחוברות ברשת של עורקים בצורת סבכה ('MESH'), כך שכל מרכזיה יכולה להתחבר עם כל מרכזיה אחרת. מכל מרכזיה מקומית (CENTRAL OFFICE), יוצאים קווים עד לארונות סעיף ומשם לנקודות חיבור ביתיות ובית המנוי.

רשת הטלפון התפתחה וממשיכה להתפתח מתקשורת אנלוגית לתקשורת סיפרתית המאפשרת שימוש יותר יעיל של כבל המתכת והעברת נתונים במהירויות יותר גבוהות.

לטכנולוגיה הסיפרתית, כשמשתמשים בה יחד עם הסיבים האופטיים, ביצועים הרבה יותר טובים. עורק נחושת למשל יכול להעביר לכל היותר 10,368 שיחות טלפון בו־זמנית (או 64 אלפי סיביות לשניה, עבור נתונים). עורק בסיב־אופטי (ב־405MB/S), יכול להעביר 360,000 שיחות טלפון בו־זמנית.

חברות הטלפון מחליפות את כבלי הנחושת בסיבים אופטיים שמחירם נמוך, בעיקר כאשר המרחקים גדולים. הכנסת הסיבים האופטיים עד לבית המנוי הוא תהליך ארוך והתחזיות צופות שתחלופנה עשרות שנים עד שכל בית יהיה מחובר דרך רשת הטלפון.

## הבית הממוחשב – גישת חברות טלוויזיה בכבלים (טל"כ)

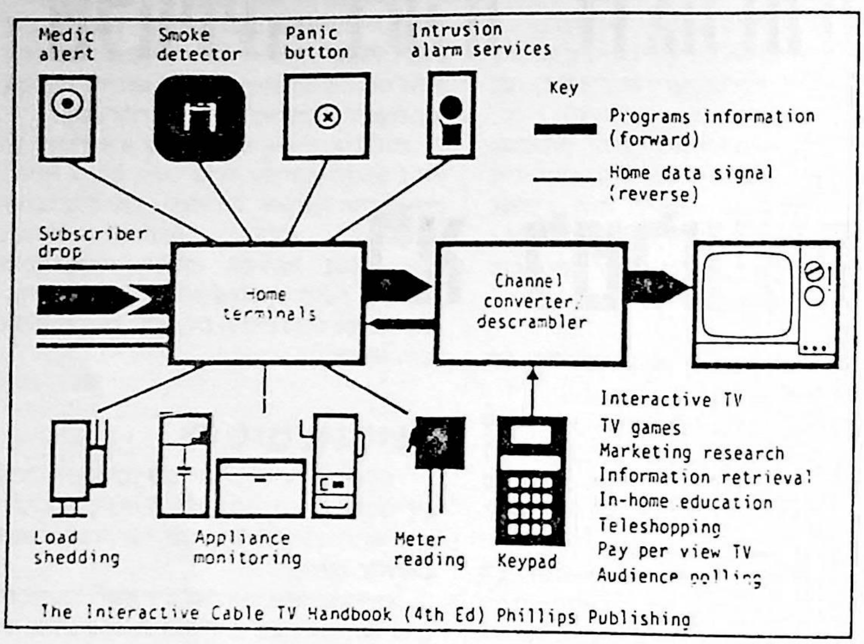
המחירים הגבוהים להעברת מידע שרשתות הטלפון גובות מהצרכנים, מעודדות את התפתחות רשתות הטלוויזיה בכבלים, החסכוניות יותר, במקומות רבים בעולם ובארץ.

בארה"ב לטלוויזיה בכבלים מחזור עסקי של כ־10 מיליארד דולר לשנה והיא מהווה מתחרה רציני לעסקי רשתות טלוויזיה בגלי אוויר. ייתכן שתהיה גם מתחרה רצינית ביותר בתחום התקשורת האלקטרונית בעסקים ובבית, בגלל הפוטנציאל הטמון בה.

בתחילה, הופיעו רשתות הטל"כ רק כדי להעביר שידורים בכבלים לאיזורים אליהם לא ניתן להגיע באמצעות גלי האוויר (לאחר מלחמת העולם השניה). רק בשנת 1976, הכניסה חב' WARNER COMMUNIC בקוויבק שירותים נוספים על השרותים הבסיסיים של הטל"כ, כגון: סרטים בתשלום (PAY-PER-VIEW), מתן תשובות לשאלות (QUESTIONS), בטיחות ביתית (HOME SECURITY) וכו'.

גם חב' FIBER OPTIC COMMUNIC - TIMES – בנתה מערכת MINI-HUB המהווה דוגמה טובה לשירותים דו־כיווניים, אינטראקטיביים בעזרת כבל אופטי. מספר שירותים שניתן לקבל ברשת זו מתוארים בציור מס' 3.

על מסך 85/45 ס"מ. שילוב זה בין שירותי הטלפון ושידורי הטלוויזיה, נוסה בהצלחה בפרואופוליס, פנסילבניה ומבוסס על טופולוגיה של כוכב־ממותג כפול (אנלוגי וסיפרתי).




ציור מס' 3 – דוגמה של מספר שירותים אינטראקטיביים שניתן לקבל ברשתות ביתיות.

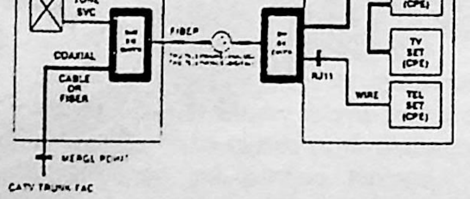
נוסף לשירותים הנ"ל, יש גם 'כבל טקסט' חד־כיווני לטקסטים קצרים, 'וידיאוטקס' דו־כיווני, בנקאות ביתית, חדשות, תוכניות לימוד, קניות מרחוק וכו'.

חב' ICS פיתחה TRANS TEXT HOME COMM-UNIC., שהוא מקלט טלוויזיה המסוגל לבצע פעולות ללא תוספת מחשב.

בטלוויזיה בכבלים, נראה שהתהליך הוא יותר קל ומהיר, למרות ההעברה האנלוגית של אותות רחבי־סרט של הטלוויזיה, באמצעות שלושת המרכיבים החשובים בתצורת 'עץ וענפים': FEEDER, TRUNK ו־DROP.

הודות לסרט־הרחב מאד של הסיב־האופטי, יכולים להתפתח שירותים דו־כיווניים אינטראקטיביים, משוכללים ומתוחכמים יותר. להבדיל מחברות הטלפון, יש למפעילי רשתות טל"כ, הכנסות מראשית פעולת הרשת בגלל השירותים הבסיסיים.

חב' BELL SOUTH הנותנת שירותי טלפון ברוב אזורי דרום־מזרח ארה"ב, (חברת בת של BELL ATLANTIC) משתמשת בפרוייקט החיבור הביתי בשני סיבים־אופטיים ומקדמת יותר ויותר טלוויזיה HDTV ("HIGH DEFINITON T.V.")




ציור מס' 4 – שילוב של העברת דיבור וטלוויזיה בהתאם לניסוי של חברת טלפונים.

משתמשים בזוגות של סיבים אופטיים (MULTI-MODE) – כל אחד מהם עבור כיוון אחד, סיפרתי. בנוסף, משתמשים בסיב־אופטי SINGLE-MODE עבור טלוויזיה שיכולה להיות בתצורה כלשהי.

יש גם בעיות של חקיקה שצריך לקחת בחשבון: חברות הטלפון צריכות להיות בקשרים כספיים עם מפעילי רשתות הטלוויזיה, לאפשר חיוג וגישה של מנויי הרשתות לשירותים כגון: טלוויזיה בתשלום, בקרה, ניתוק של מנויים שלא משלמים בזמן וכו'.

בפרוייקט בפנסילבניה משתמשים בשני כבלים אופטיים, כל אחד בעל 70 סיבים, המקשרים מרכזיה עירונית ל־2200 בתים המחוברים לרשת זו.

הבתים שנכללו בניסיון יקבלו שני קווי טלפון ואותות כבלים עבור שני מקלטי טלוויזיה. כל בית יהיה מצוייד במימשק אופטי (ONI - OPTICAL NETWORK INTERFACE) הממיר את האות האופטי באלקטרוני, כך שניתן להעביר את הדיבור בצורה סיפרתית, בקו טלפון רגיל ובטלוויזיה בכבלים, דרך כבל קואקסיאלי, בצורה אנלוגית.

מכלל רוחב הסרט שהטלוויזה בכבלים מעמידה, תחום תדרים בין 5 עד 30 מ"ה (MHZ) לדוגמא, יכול לשמש להעברת מגוון של שירותים.

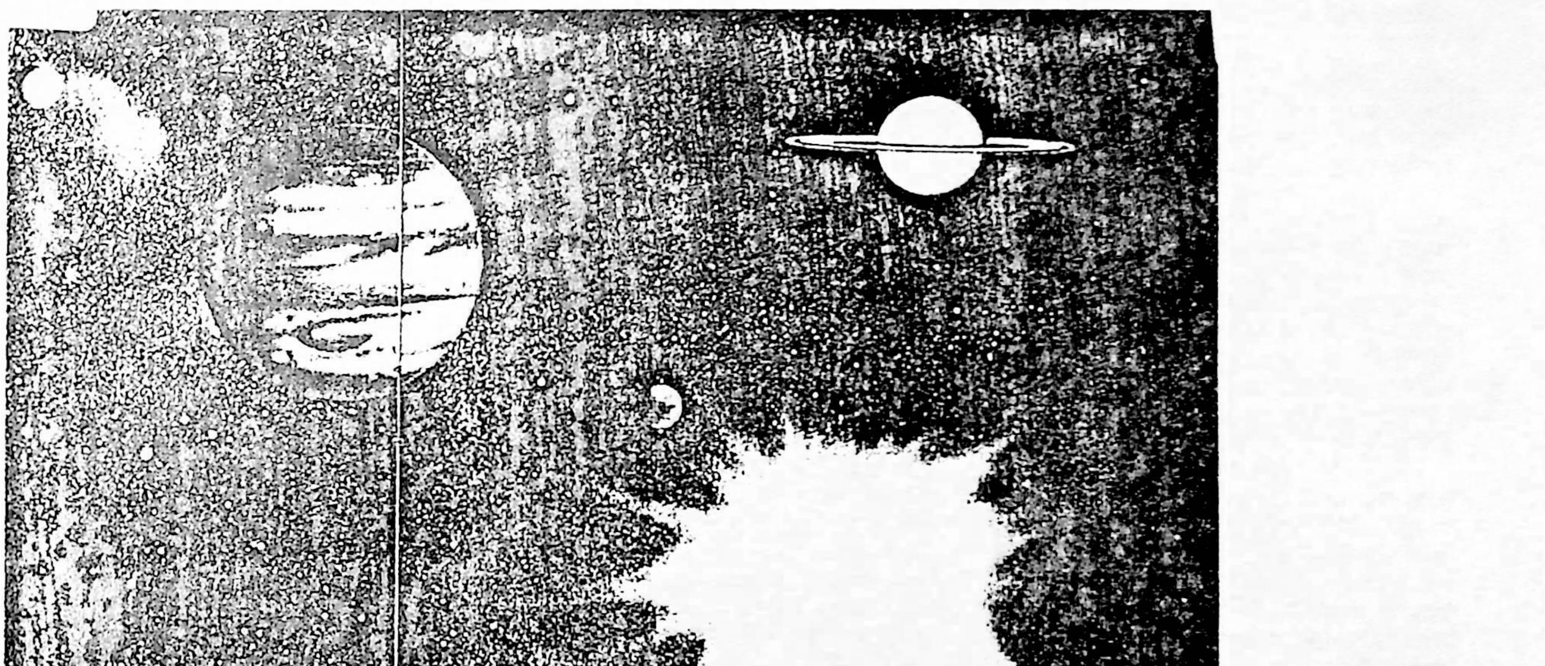
להלן מספר שירותים שקיים עבורם כבר סטנדרט למימוש:

**טלמטריה**

- מדידות מרחוק של מצבים פיזיקליים (STA-TUS MONITORS), חשמל, גז, טמפרטורה, לחץ, גובה פני מים, מצב משתנה של גופים מוצקים, מצב מתגים וכו'.
- הפעלה ובקרה מרחוק של ציוד במצב עבודה על־ידי פעולות חשמליות ובעקיפין מסוגים אחרים.
- אזעקת אש (FIRE ALARM SYSTEM) מערכות רגישות לחום ועשן.
- פיקוח רפואי על חולים מרותקים למיכשור.

# טלוויזיה בעלת דרגת חדות גבוהה

# לא לטלוויזיה בלבד



זה כעשרים שנה מאז נחזה שילובם של גרפיקה ממוחשבת ושידורי טלוויזיה, ואכן התפתחו הדברים והגרפיקה ומקלטי הווידאו נעשו זה חלק מזה. אלא שבעוד שהשתפרה הגרפיקה הממוחשבת והושגה הפרדה – רזולוציה – טובה יותר ויותר, הרי שבמשך זמן רב לא התקדמה הטלוויזיה ונשארה כפי שהייתה בשנות החמישים הראשונות.

בסוף שנות השבעים הציגו היפנים תוצאות של מחקר, שהתחילו בסוף שנות השישים, על שידורי טלוויזיה באיכות גבוהה יותר.

המחקרים נמשכים וגם באירופה וגם בארה"ב שוקדים על פיתוח טלוויזיה באיכות גבוהה – HDTV.

מפתחים לטלוויזיה שימושים חדשים, שיטות הקלטה חדשות, שיטות לעיבוד, לשידור ולהצגת אותות וידאו.

ההיבט החשוב ביותר בהתפתחות הטלוויזיה כלול בשילוב כל השירותים הספרתיים. תמסורת התמונה אינה עוברת שלב אנלוגי והשידור נעשה באופן ספרתי.

הטלוויזיה לומדת את שפת המחשב.

לאיחור בהתפתחות הטלוויזיה גרמו בעיקר השוני בתקנים בין־לאומיים, ורכישה גדולה מאוד של מקלטי טלוויזיה; מנתונים סטטיסטיים עולה, שבארה"ב מקלטי הטלוויזיה רבים במספרם ממספר חדרי האמבטיה.

ואולם ההשקעות והמאמצים לשיפור תצוגת הווידאו כה גדולים שלא תוכל עוד קהיליית המחשבים האישיים להתעלם מן הטלוויזיה ולהניח לה להישאר בסלון.

אם ירדו המחירים יהיה אפשר לצפות שתשתלב גרפיקה ממוחשבת עם טלוויזיה HD – טלוויזיה שחדותה גבוהה – בעתיד הלא רחוק.

המאמר מסביר את נושא ה־HD, מציג עדכונים וכמה מן הכיוונים העתידיים.

## מהות הטלוויזיה המצטיינת ב־HIGH DEFINITION

כדי שהטלוויזיה תיכנס גם לתוך סביבת העבודה כשותף המביא צג גדול למחשבים בכל המגוון – החל בתחנות עבודה גדולות וכלה במשחקי ווידאו ידניים – בדיוק רב, נחוצה טכנולוגיה חדשה של שימוש בחזותיות – VISUALIZATION. בעשור הזה יהיה הכיוון טלוויזיה HD ותמונות ושמע ספרתיים.

הציוד משתנה, יש מעבר משיטות אנלוגיות למעבדי תמונות ספרתיים במהירויות גבוהות; ובהמשך – גם שיטות דחיסה – COMPRESSING, תצוגת נתונים ותמונות, ועוד.

להבנת השיטה החדשה של הטלוויזיה HD – יש להזכיר כמה מן השינויים החשובים בתחום האלקטרוניקה מאז פיתוח הטלוויזיות ב־1950 בארה"ב וב־1960 באירופה.

בזמנים ההם לא היו עדיין שיטות אחסון וידאו (ראשית מקלטי הווידאו ב־1955) וכל העיבודים בתקשורת נעשו באנלוגיה.

מפני שהשיטה הייתה יקרה, התאמצו להוזיל את המקלט. הטלוויזיה הצבעונית קיימת רק מ־1954 ומחירה היה כ־3000 דולר. טכנולוגית הטלוויזיה התמקדה יותר בהפחתת המחירים לצרכן מאשר במחקרים ופיתוחים.

ככלל אפשר לחלק לארבע קבוצות את המערכות לשידורי טלוויזיה:

1) IMPROVED DEFINITION TELEVISION - IDTV– שיטה לשיפור הקליטה (ולשידור) שאינה דורשת תקן חדש והאותות מתאימים לטלוויזיה הרגילה. בשיטה זו עיבודים ספרתיים לא יקרים.

2) EXTENDED DEFINITUON TV - EDTV-1 – בשיטה הזאת שינויים באות הקליטה, הדרושים שינויים במרכיבים האלקטרוניים של המקלט. התקן האמריקני MTSC צבעוני הוא שינוי כזה הנעשה במקלטי טלוויזיה שחור־לבן כדי להוסיף צבע.

כך נבנה מקלט חדש בשיטה משופרת. מתקבלת תמונה צבעונית בעוד שהמקלטים הישנים מציגים תמונות בשחור־לבן.

מכשירים המבוססים על EDTV מבטיחים תמונות משופרות.

3) EDTV-2 היא גרסה שנייה של EDTV.

בשיטה הזאת משתמשים בשני ערוצי שידור: באחד – במכשירים התקניים הקיימים; בשני – המכיל רוחב־סרט גדול פחות או יותר מרוחב־סרט בערוץ טלוויזיה רגיל כדי לשפר את התמונה. עוד אפשר בערוץ השני לקדד – CODE – את ההבדל בין התקן הרגיל כמו NTSCלתקן ה־HDTV.

4) טלוויזיה HD – בשיטה הזאת נחוצים מקלט חדיש וערוצי שידור ברוחב סרט גדול יותר.

בארה"ב החליט ה־F.C.C. – FEDERAL COM- MUNICATION COMUNITY – שתשתמשנה כל מערכות הטלוויזיה בערוצים הקיימים וה־HDTV תשדר בעת ובעונה אחת בערוץ הרגיל ובערוץ ה־HDTV.

יש אפשרות נוספת הנקראת MULTIP- PLEXED ANALOG COMPOUENTS– המבוססת על דחיסת מרכיבי אורות – LUMINANCE– וצבע בו בזמן ושידורם בזה אחר זה.

MAC הוא פיתוח של טכנולוגיות חדישות במחשבים; קל לייצר שעונים כדי להפריד בזמן בין מרכיבי התמונה מלייצר מסננים המשלבים אותם בהתאם לתדרים.

באירופה מפתחים את השיטה MAC בשידורי לוויין בטלוויזיה HD. ההפרדה היא באיכות פילם 35 מ"מ, שמע סטראופוני, מרקע רחב (היחס הוא לדוגמה 16:9 לעומת היחס הקיים 4:3); איכות האבחנה טובה פי ארבעה מן האיכות הקיימת (אבחנה אנכית פי שניים ואבחנה אפקית פי שניים) בטלוויזיות הקיימות (באירופה PHASE ALTERNATIVE LINE - PAL – ו־SECAM– (SEQUENTIAL COUNTEUR AVEC MEMOIRE – שבהן משתמשים ב־65 שורות במרקע והן מעברות בתדירות של 50 ה"ץ (HZ), ובארה"ב NTSC שבה משתמשים ב־525 שורות במרקע והן מעברות בתדירות של 60 ה"ץ (HZ).

בטלוויזיה HD משתמשים באירופה ב־1249 שורות במרקע (שהן 625X2 פחות אחת, כדי שיהיה המספר לא זוגי); בארה"ב וביפן מתקדמים ל־1125 שורות במרקע (525X2=1050 שורות), מספר שאמריקנים מעדיפים ואילו היפנים תומכים ב־1125 שורות במרקע לשם פשרה בין 1050 לבין ה־1250 האירופיות.

## תפיסות מימוש

המכשול הגדול ביותר בעולם להגיע לתקן בין־לאומי לטלוויזיה HDהוא השימוש בתדירות שונה במרקעים: HZ50 באירופה ו־HZ60 בארה"ב וביפן.

באירופה וגם בישראל בין השיטות הקיימות כגון PALבין השיטות המתפתחות של HD - HD-MAC ו־$D_2$-MAC– יש הבדלים, כפי שמתואר בטבלה מס' 1.

שיטת ה־$D_2$-MACמאפשרת גם שמונה ערוצי שמע ספרתיים, ערוצים בשביל נתונים, וגישה למאגרי ידע ושירותים שונים. בתקן הזה יתפתח ל־HD-MACבשביל הטלוויזיה של שנות התשעים.

טבלה מס' 1. השוואת תקני טלוויזיה

תמסורת האותות ב־$D_2$MACיכולה להיעשות באמצעות לוויני תקשורת או באמצעות שידורי קרקע או בטלוויזיה בכבלים; משתמשים ברוחב־סרט של MHZ 8.4(מליוני הרץ), ודחיסת אורות מבטיחה הפרדה טובה בהרבה מבשיטות הקיימות ב־PAL או ב־SECAM.

מצפים שבאירופה תהיה תמסורת האורות בשיטת ריבוב חלוקת זמן – TDM – TIME DIVISION MULTIPLEXING– על־פי MAC.

95 החברות האירופיות – EUREKA 95 PARTNERS– מצדדות בתקן אירופי לטלוויזיה HD מבוסס על MAC והנקרא HD-MAC(טבלה מס' 1) ובו 1250 שורות לכל מרקע בתדירות 50 הרץ, ובתצוגה במרקע שיחסי הרוחב והגובה בו 16:9. השיטה תתאים גם למקלטים הקיימים, אבל יש צורך במפענחים.

הכפלת מספר השורות שבמרקע אינה הגורם היחיד להבטחת איכות התמונה; משפיע גם מספר יסודות התמונה – PICTURES ELEMENTS PIXELS.

היום מקלטי הטלוויזיה יכולים להציג כ־120,000 יסודות תמונה – PIXELS; מקלטי המחר בעלי מרקע של 60 אינטש יוכלו להציג 700,000. הטלוויזיה מתחשבת גם בדרישה הזאת. אף־על־פי שיהיו לטלוויזיות החדישות מרקעים גדולים (יחס הצפייה 16:9 לעומת 4:3 של היום) ימשיכו המקלטים הקיימים

לתת שירות.

במחצית 1990 שידרה הבי־בי־סי בלונדון את השידור החי הראשון בעולם באמצעות HD-MAC במערכת טלוויזיה HDשל 1250/50 בתצוגה ביחסי 16:9 של EUREKA EU-95.

זה היה שידור ראשון מן האצטדיון האולימפי ברומא. בשש מצלמות ווידאו בשי־טת טלוויזיה HD, שסיפקה החברה הממשל־תית האיטלקית לשידורים RAI, ורדיו רב־ערוצים צרפתי, אנגלי וגרמני, הועבר השידור אל ה׳אולימפוס׳ של סוכנות החלל האירופית והלוויין TDF הצרפתי, ומשם – בציוד־קצה נייד, מצויד באנטנה 44 מ׳, אל סטודיו מס׳ 4 בבי־בי־סי.

ביפן נעשו מאמצים רבים לפתח את השי־טה הידועה בשם MUSE–

MULTIPLE SUB-NYQUIST ENCODING. השי־טה הזאת מבוססת על פשרה בין רוחב־הסרט וזמן התמסורת. האותות רחבי־סרט של טכנולוגית טלוויזיה HD יכולים להיות מועב־רים בערוץ רגיל של 8 MHZ בקידוד מתאים.

ה־MUSE בעל החדות הגבוהה משתמש ב־1125 שורות ו־60 הרץ.

## השפעות טכנולוגית הטלוויזיה HD על תחומי חיים שונים

בדומה למקלטי טלוויזיה יבוא הציבור בבית במגע ראשוני עם טכנולוגית הטלוויזיה HD: יהיה אפשר לראות תמונה חדה יותר, תמונה חדה כמעט כמו בצילום אי בקולנוע.

התמונה תיראה על מרקע גדול (החל ב־31 אינטש למלה) ותהיה רחבה כבקולנוע. בעת ובעונה אחת גם תשמע האוזן מוסיקה כמעט כמו באולם קונצרטים.

לטלוויזיה בעלת החדות הגבוהה, בגלל הדרישות המיוחדות ועיבוד נתונים מהיר מאוד, אחסון והעברה, יימצאו שימושים גם בטכנולוגיות מתקדמות אחרות: מוליכים־למחצה מתקדמים, מחשבי־על, תקשורת, הגנה וביטחון, רפואה.

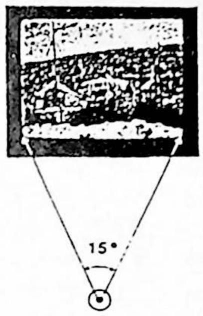
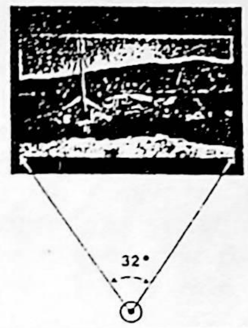
נראה שמבחינה עסקית, יהיו הראשונים להרוויח מן הטכנולוגיה הזאת – המפרסמים והוועידות של הווידאו.

מצפים לראות מרקעים ענקיים במרכזי קניות; תמונות מודפסות באיכות גבוהה (מדפסות לייזר, פקסימיליות לייזר, מכונות צילום ספרתיות) ועוד.

גם ה־CAD - COMPUTER-AIDED DESIGN – יצא נשכר מן הטלוויזיה גבוהת־החדות, וייע־שה מהיר יותר ופשוט יותר.

בארה״ב, הסוכנות לפרויקט מחקר ההגנה מתקדם – DARPA– מעורבת בפיתוח ובשימוש בטלוויזיה HD. בין השאר היא מפי־קה מפות גדולות מאוד, נעות – DYNAMIC– באיכות טובה מאוד, ועיבוד אותות ספרתיים מהירים.

טכנולוגית הטלוויזיה בעלת החדות הגבו־הה תגרום להפיכת האלקטרוניקה האנלוגית לספרתית ולהופעת השבב בזיכרון ענק.

| System | PAL | D2-MAC | HD-MAC |
|---|---|---|---|
| Viewing angle |  |  | |
| Number of lines<br>Number of visible lines<br>Field repetition frequency<br>Interlace ratio<br>Aspect ratio | 625<br>575<br>50<br>2:1<br>4:3 | 625<br>574<br>50<br>2:1<br>4:3/16:9 | 1250<br>1148<br>50<br>2:1<br>16:9 |
| System principle | Luminance and chrominance information are transmitted by frequency-division multiplexing | Luminance and chrominance information are transmitted as one signal by time-division multiplexing | |
| System characteristics | Luminance and chrominance signals may affect each other: cross-colour and cross-luminance distortion | Digital sync, sound and data signals<br>No cross-colour or cross-luminance distortion | |
| | | | Compatibility with D2-MAC, 35-mm film quality, optimized picture format |

*טבלה 1. השוואת תקנים של טלוויזיה*

יש הרואים גם שילוב של טלוויזיה HD עם סיבים אופטיים, שאחת מתוצאותיו תהיה העברה תוך הדדיות והידברות של תמונות וידאו. רופאים יוכלו למשל לחזור על שיטות ניתוח לפני שיימצא החולה על שולחן הניתו־חים.

## לסיכום

אף שהטכנולוגיה ניצבת בפתח, קשה להנהיג תקן בין־לאומי שיאפשר לתכנית טלוויזיה גבוהת חדות, המיוצרת במקום אחד, להיקלט בכל מקום אחר בעולם, בלי שינויים מורכבים או יקרים באלקטרוניקה.

לגורמים הקובעים – יפן, אירופה וארה״ב – תקן שונה לכל אחד ואחד לשם התאמה למערכות שלהם (ארה״ב מתכננת ל־1993 גמר התקן. ברית המועצות ניסתה גם היא, אבל בלי הצלחה, לאחד את כל השיטות האלה).

דרום קוריאה נכנסה גם היא לפיתוח הטלוויזיה HDבהשקעה של כ־215 מליון דולר, שעליה ייתוספו עוד 510 מליון דולר משלוש חברות אחרות, כך שב־1993 יוכלו להשלים את התכנית.

על כל פנים, שוק לטכנולוגית הטלוויזיה HDמוערך בסכום של כ־40 מיליארד דולר לשנה, והוא אתגר ליצרנים, למשתמשים, למחוקקים ולאחרים.

אם היום מחירו של מקלט טלוויזיה HD יפני הוא כ־35,000 דולר הרי המחיר הצפוי בעוד חמש שנים ירד ל־7,500 דולר. ובה בעת שמתאמצים לפתח את הטלוויזיה בעלת הח־דות הגבוהה, טכנולוגיה האמורה להיות שלטת בהתחלת המאה – נראית כבר באופק טלוויזיה שהיא +UD - ULTRA-DEFINITION, טכנולוגיה שתהא בה איכות כמו בסרט של 70 מ״מ (לעומת 35 מ״מ בטלוויזיה HD) ורוחב־הסרט בה יהיה 24 MHZ (מליוני הרץ).

בטלוויזיה UD ישתמשו פחות לבידור ויו־תר למדע, תעשייה, רפואה, הגנה.

גם DAB - DIGITAL AUDIO BROADCASTION, שידורי רדיו ספרתיים באמצעות לוויין, שהם הטלוויזיה גבוהת החדות של הרדיו, צפויים בחמש או בשש השנים הבאות.

# ייעדי המועצה הלאומית לתקשורת ומידע

**בדברי הפתיחה בכנס היסוד של המועצה אמר שר התקשורת גד יעקובי: "הפורום הזה היה צריך לקום מזמן, אבל לו היה באמת קם מזמן, במציאות התקשורתית הקודמת בארץ, כשלא עמדו לרשותנו האפשרויות להשתמש במלוא הפוטנציאל הטמון בתקשורת המודרנית, הקמת מועצה לאומית לתקשורת ומידע, היתה נשארת ללא תוכן. הקמת מועצה כזו עכשיו, הולכת יד ביד עם שורה של פעילויות של משרד התקשורת.**

תאריך לידת 'המועצה הלאומית לתקשורת ומידע' הוא ה־30.10.89. מקום לידתו: ירושלים, מכון ון־ליר, היזם של המועצה שר התקשורת גד יעקבי שהוא גם יו"ר המועצה, החסות: משרד התקשורת, משתתפים: מלקולם ארגינט מהבריטיש טלקום, אנשי טכנולוגיה, מדע תקשורת המונית, חינוך.

בדברי הפתיחה בכנס היסוד של המועצה אמר שר התקשורת גד יעקובי: "הפורום הזה היה צריך לקום מזמן, אבל לו היה באמת קם מזמן, במציאות התקשורתית הקודמת בארץ, כשלא עמדו לרשותנו האפשרויות להשתמש במלוא הפוטנציאל הטמון בתקשורת המודרנית, הקמת מועצה לאומית לתקשורת ומידע, היתה נשארת ללא תוכן. הקמת מועצה כזו עכשיו, הולכת יד ביד עם שורה של פעילויות של משרד התקשורת, שביניהן, מדיניות וחקיקה מתאימה לזמנים מודרניים, כגון: ליברליזציה, דה־רגולציה והפרטה. לדוגמא ברשתות טלויזיה בכבלים, קיימות מספר חברות, (כאשר לכל חברה מונופול באזור הזכיון שלה), עידוד התחרות במתן שירותי תקשורת מגוונים באיכות גבוהה ומחירים סבירים, הרחבת המידע המגיע אל הלקוח, אם הוא גוף עסקי, ציבורי או פרטי, וכו'. כל אלה הם סימנים המצביעים שהמועד בו נולדה, הוא בדיוק הזמן הבשל להולדתה".

האורח האנגלי סקר את תהליך ההפרטה של ה־BRITISH TELECOM, שהיווה את המודל עבור ישראל, להתחלת והרחבת התהליך.

מטרתו של הכנס הראשון של המועצה, לא היתה לקבל החלטות. תפקיד זה יעבור לפורום הכללי והמישני הקבועים, לכשיקומו. תחום פעילותם יהיה התפתחויות טכנולוגיות ותקשורתיות MASS-MEDIA: שימוש בסיבים אופטיים, בניית מערכות 'תקשוב' (תקשורת מחשבים), פיתוח (INTEGRATED SERVICES DGITAL NETWORKS) - ISDN ביסוס רשתות הטלויזיה בכבלים ושימושם, על כל השלכותיהם החברתיות ועוד. כל זאת כדי להבטיח 'פלוריזם בהיקף ומגוון התקשורת'.

## התפתחויות בתקשורת בארץ מ-1984

1984 היא השנה שבה התחיל תהליך של DEREGULATION LIBERALIZATION וההפרטה. חברת 'הבזק' היתה הראשונה שהוקמה כחברה ממשלתית, אחריה באו 'רשות הדואר' שהוקמה ב־1987.

היקף הפיתוח של התשתית הטלקומוניקטיבית, שינויים טכנולוגיים מהירים, הגדלת מיגוון השירותים בתחום הדיבור, נתונים, מידע, מיחשוב, דואר וכו', לא היו אפשריים, אילו שני גופים אלה היו נשארים בממשלה. כמו כן, עידוד שיתוף הון פרטי (רשתות טלויזיה בכבלים), טלויזיה לווינית (PAY-TV), ערוץ 2, 'קול אמריקה', גיוס הון בבורסה, מכירת מניות לציבור לעובדי חברת 'בזק' (ועם זאת הגברת המוטיבציה של העובדים), כל אלה שינו וממשיכים לשנות את פני התקשורת בארץ.

ראויים לציון כמה מספרים רלוונטיים: ההשקעות עבור השנים הבאות, עד ל־1992, מחולקים לפי הנתונים הבאים:

- חברת 'בזק' 1607 מיליון דולר.
- טלויזיה בכבלים 280 מיליון דולר.
- 'קול אמריקה' ('תומר') 264 מיליון דולר, מתוכם, לדברי השר, הסנט האמריקאי חתם על השקעה של 183.5 מיליון דולר.
- רשות הדואר 131,5 מיליון דולר.

ההשקעה בטלויזיה בכבלים (טל"כ) ולווינית, תגיע בסוף הפרוייקט להשקעה של כ־550 מיליון דולר, מתוכם 500 מיליון דולר עבור טל"כ.

שנת 1992 נלקחה כשנת ייחוס, כיוון שזו תהיה השנה בה יוסרו הגבולות המסחריים של מדינות השוק המשותף, יגבר הצורך בסטנידטיזציה, כדי שהמוצרים שבהם יש ענין משותף יתאימו לדרישות כל הצדדים: השוק המשותף האירופאי, איזור הסחר החופשי עם ארה"ב, ופעילותן של החברות הרב־הלאומיות.

## תקשורת וטכנולוגיית תקשורת המונים

טכנולוגיות התקשורת מאפשרות העברת מספר רב של ערוצי טלויזיה באמצעות כבלים (כולל העברת שידורי לווין) מינימום 24 ערוצים, (העברת תוכניות רדיו סטריאו - 18 ערוצים לפחות - ערוץ 2, וכמובן הערוץ הראשון. אלה יגבירו את חופש הבחירה, יכולת ההתמחות בחינוך, בידור, מתן ביטוי לרצון האדם ומישאלותיו.

כמו כן הטכנולוגיות התקשורתיות מאפשרות הגדלת הפוטנציאל, כגון: כתיבה, בימוי, משחק, יצירה אמנותית, וכו'.

מבחינה כלכלית וחברתית מערכת תקשורת מיומנת, מגבירה את כושר התחרות ואת היעילות בתחומי מערכות ניהול ובקרה. הקטנת התערבות הממשלה בתחומי סחר חוץ ופיקוח על מטבע חוץ, ביחד עם תהליך של DEREGUTATION, נותנים לישראל להתפתח בתחומים בהם יש לה יתרון.

## יתרונות וחסרונות התקשורת המודרנית

תקשורת מתקדמת, מהירה, אמינה ובמחירים סבירים, מהווה תנאי חיוני להשתלבות בשוק הבינלאומי בתחומי התעשיה, התיירות, השקעות ניכסי דלא־ניידי, וכו'.

בביזור הפעילות הכלכלית והתעסוקה, התקשורת היא תחליף לגיאוגרפיה ותחבורה. העבודה מהבית נעשית אפשרית יותר ויותר דרך רשתות מחשבים, בעיקר על ידי- עובדי הצווארון הלבן, ובמיוחד עובדי ידע.

באירופה ובארה"ב יותר מעשירית העובדים כבר מבצעים את כל עבודתם או חלקה, בבתיהם. מצפים לגידול בשיעור פוטנציאל ההעסקה ממרחק, בעיקר בגלל הציפיות לגידול במספר עובדי הידע.

כמו כן, השתלמויות, לימוד, התמחות, אוניברסיטה עממית־המאפשרת קשר דו כיווני בין הלומד והמלמד - קניות מהבית, בנקאות ביתית וכו', מתאפשרות על ידי תקשורת מתקדמת. שיתוף איזורי קהילתי באמצעות תקשורת דו־כיוונית, מגדיל את הקשר בין תושבי האיזור.

העברת מידע ממרחקים בזמן ההתרחשויות מגשרת על תחושת המרחק והופכת את העולם ל'כפר מידע'. עם זאת, נראה שבמקביל פוחת הצורך של מפגשים אישיים, וכאן טמונה סכנת הניכור.

## הצעשת לפעילויות עתידיות של המועצה הלאומית

**כדי להשתמש ביתרונותיה של הטכנולוגיה התקשורתית כמנוף לתקשורת ההמונית לפריסת והגדלת מיגוון השירותים, יש צורך בתכנון ותיאום ברמה הלאומית.**

**אחד מתפקידי קבוצות העבודה של המועצה, בפורומים השונים, תהיה מעורבותן בפעילויות אלה. ברוב המדינות המפותחות קיימות, מסגרות מדעיות לתכנון, מחקר, ופיתוח בתחום ה'טלמטיקה' (TELEMATIOUE), שהיא בעצם שילוב של 'תקשורת ומידע' ET TELECOUMUNICATION (INFORMATIOUE). חשוב שניקח בחשבון את ניסיונם, כדי להיות בשורה הקדמית והמובילה בתחום זה.**

**תיאום בין הגורמים השונים במשק בתחום התקשורת: תעשיה אלקטרונית וציוד, יצרני ויבואני תוכנה ומחשבים, חברת 'הבזק', רשות הדואר, רשתות טלויזיה בכבלים, התעשיה האווירית עם בניית לוויני תקשורת וכו', תאפשר פיתוח לפי סטנדרסים בינלאומיים,**

מערכות פתוחות שיוכלו לשלב יצרנים שונים, וימנע כפילויות בבניית תשתיות.

התשתית התקשורתית שרשתות הטל"כ מעמידות לרשותינו, מהווה תשתית־על, כפי שלא קיים בארצות אחרות. שימוש יעיל בפוטנציאל התשתית הזאת, הקשר עם תשתיות אחרות, כגון של חברת 'הבזק', יכול להוביל את התקשורת בארץ להיכנס לטכנולוגיית ה־BROADBAND INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS – BISDN, ללא צורך לעבור דרך ISDN שהוא NARROWBAND INTEGRATED SERIVCES DIGITAL NETWORK.

ההבדל העיקרי ביניהן היא העובדה שב־BISDN ניתן להעביר את כל שירותי תקשורת: דיבור, טקסט, נתונים ותמונות נעות במהירות ובאיכות גבוהה מאוד כגון: HDTV, בעוד שה־ISDN מאפשר רק העברת דיבור, נתונים, טקסט ותמונות סטטיות או נעות באיטיות.

התקשורת הסיפרתית שנכנסה בתחום העברת דיבור ונתונים, מרחיבה את תחומיה גם לתקשורת חזותית. תמונות וידיאו, טקסטים וגרפים, המופקים באמצעות מחשבים, יכולים להיות משולבים על דיסק לייזר LASER DISK. ואותה פעולה, יכולה להתבצע בעזרת וידיאו סיפרתי (DIGITIZE VIDEO) המאוחסן במידע מגנטי, כמו הדיסק הקשיח או דיסקטים של המחשב.

מעהכות התקשורת עצמן, ניהולן ובקרתן, הולכות והופכות חכמות יותר ומתבססות יותר ויותר על מערכות מומחה ובינה מלאכותית. ההתפתחויות הטכנולוגיות בעולם צריכות להיות מיושמות גם בארץ.

קיום מועצה לאומית לתקשורת ומידע, מהווה גוף גג המאחד והמקדם אותם.

התערוכה הראשונה בארץ בנושא טלביזיה בכבלים, BRDADCAST 89 נפתחה בגני התערוכה בת"א, יום אחד לאחר הקמת המועצה. בתערוכה הוצגו אמצעי תקשורת חדישים, ציוד ותוכניות עבור תקשורת המונית, העברת נתונים, תקשורת לווינית, וכו'.

הכינוס הארצי ה־24 של 'איל"א' בבנייני האומה ירושלים ב־21–22.11.89 הציג את 'התקשוב בשנות ה־90'.

שני אירועים אלה משקפים את הביצועים עד כה ומצביאים גם על מספר כיווניהתפתחות בעתיד.

הרחבת הקשרים התקשורתיים עם ארצות שאיתם חודשו הקשרים הדיפלומטיים, כמו הונגריה, מהווה פתח להחלפת ידע ושווקים, יצירת מקורות זולים יותר וטובים יותר בתחומי התמחותם, בניית 'יוזמות משותפות' ותיווך בין ארצות עשירות וארצות הניזקקות להון עבור השקעות וכו'.

למועצה הלאומית לתקשורת ומידע, תפקידים רבים שביניהם עיצוב התרבות, העלאת רמת הטכנולוגיה והכלכלה של המדינה.

# TWO B OR NOT TWO B

BISDN – רשתות תקשורת ספרתיות רחבות־סרט לשירותים משולבים
BROADBAND INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS

בעקבות חדירת המחשבים לתחום התקשורת, נוצר הצורך לספק לצרכנים שירותים משולבים במקום שירותים נפרדים.

ISDN מהווה צעד ראשון, אבל לא הכרחי, להגיע ל'חברת מידע' (INFORMATION SOCIETY). ה־ISDN מאפשר העברת נתונים, דיבור, תמונות סטטיות או איטיות ומאפשר קשוריות.

התקן של ISDN מכיל מימשק, המאפשר להעביר את המידע דרך שני ערוצים בעלי 64 אלפי סל"ש, הנקראים ערוצי 'B' (BEARER 'B'), וערוץ אחד, בעל 16 אלפי סל"ש – הנקרא ערוץ 'D' (DATA - 'D') להעביר נתונים; השילוב הכולל, ידוע בשם 2XB+D.

האיתות ומנות קטנות של נתונים מועברים דרך ערוץ 'D', בו בזמן שערוצי 'B' מקושרים בצורת מיתוג מעגלים או מיתוג מנות, עבור דיבור, נתונים, או שניהם ביחד.

קיבולו של ה־ISDN מוגבל, משום שהוא צר־סרט. הרבה מהשירותים החדשים, כגון תמונות נעות במהירות, טלוויזיה וגרפיקה באיכות גבוהה, דורשים רוחב־סרט הרבה יותר גדול.

מאז שהופיע המושג ISDN, היו בהתחלה התלבטויות על הצורך והשימוש בו, עד כדי כך שנפוצו בדיחות כגון: ISDN בשביל מה צריך?

- I DON'T KNOW
- I STILL DON'T KNOW
- IT STILL DOES NOTHING
- I SMELL DOLLAR NOW

ה־ISDN טרם הגיע לשיאו, וכבר ישנה דרישה הולכת וגוברת לסרט רחב מאוד, המוביל ל־B-ISDN, מכאן כותרת המאמר: TWO B OR NOT TWO B? השאלה היא אם יש עוד צורך ב־ISDN כדי להגיע לרשתות משולבות רחבות־סרט, או שקיימת אפשרות להגיע ישירות או במשולב.

לא רק הצורך בקיבול גדול מצדיק את קיומו של B-ISDN; קיימות מספר סיבות נוספות, כגון:

- גמישות בשימוש לפי הצורך של הקיבול הגדול, בצורה 'דינמית' לפי דרישה; רב־קישוריות בו־זמנית (כגון: דיבור, נתונים, תמונות).
- קשר של ועידות: המרת קודים בין ציודים שונים של המשתמשים.
- דחיסת אותות ברשת, כדי להוריד עלות.
- יצירה מהירה של הקשר.
- ביזור העיבוד בין מעבדים שונים במרכזת וכו'.

פיתוח ה־BISDN קשור במידה רבה לפיתוח תקשורת אופטית, תמסורת ומיתוג רחב־סרט.

כיבוש המעגל המקומי (LOCAL LOOP) על־ידי הסיבים האופטים יבטיח את הצלחתה של B-ISDN; כבלי נחושת מהווים פתרון יקר מאד, כשמדובר במהירויות של העברת נתונים – מעל מספר מיליוני סל"ש.

ה־BISDN מאפשר הספקת שירותים חדישים יותר וחכמים יותר, בעלויות נמוכות יותר.

יש לראות את ה־BISDN כאוטוסטרדה רבת מסלולים שבו ניתנת הגישה לפי הדרישה, לחלוקה דינמית של רוחב־סרט.

'הרשתות החכמות' העתידיות, כבר לא יהיו כנראה כל־כך מוטרדות מרוחב־הסרט, כיוון שיהיו מבוססות בפתרונות לחלוקת רוחב־הסרט ומיתוג.

כפי שמספר יצרנים רואים את הדברים: ה־BISDN הוא האור בסוף מינהרת ה־ISDN.

## מבט כללי על B-ISDN–

B-ISDN מהווה אמצעי תמסורת שמתבסס על סיבים־אופטיים, ובשיטת מיתוג שנמצאת בשלבי התפתחות מהירה.

להצלחת B-ISDN מבחינה טכנולוגית וכלכלית, דרושים מספר גורמים, כגון: עלות סיב־אופטי חד־אופני, המאפשר רוחב־סרט כמעט אין־סופי, ירד מ־5 דולר למטר בשנת 1982 ל־12 סנט למטר ב־1987. מצפים שבשנת 1993 ירד ל־4 סנט למטר.

הטכנולוגיה של B-ISDN היא יותר מהירה וגמישה, ונעשים מאמצים להורדת עלויות, כך שיהיה כדאי לנותני השירות ולמקבליו, גם מבחינת ריווחיות וגם מבחינת נתינת שירותים מגוונים.

כדי להבין טוב יותר את הרכב ה־B-ISDN, נזכיר כמה נתונים על ISDN.

בהתאם להגדרת ה־CCITT (INTERNATIONAL TELEGRAPH AND TELEPHONE CONSULTATIVE COMMITTEE) בהמלצה REC I 412 משנת 1984, ה־ISDN מוגדר כרשת שמאפשרת קישוריות סיפרתית מקצה לקצה, כדי לאפשר מיגוון רחב של שירותים, הכוללים שירותי דיבור ושירותי נתונים; אצל המשתמשים קיים מספר מצומצם של תקנים עבור מימשקים רב־תכליתיים, כדי לקבל גישה לרשת.

המימשק התקני של ISDN הוגדר כ־ BASIC ACCESS, המכיל שני ערוצי B של 64 אסל״ש וערוץ D של 16 אסל״ש עבור איתות.

מימשק נוסף, ´PRIMARY RATE ACCESS´, בעל קיבול של כ־2 מסל״ש (2MB/S) באירופה ו־1.5 מסל״ש בארה״ב, מאפשר גמישות בשימוש בערוצים המהירים מאד H, או שילוב בין ערוצי B וערוצי H (ראה טבלה I).

עבור BISDN, העובד במהירות גבוהה יותר מ־ 135 מסל״ש, משתמשים בערוצי $H_4$. בזמן שערוצי $H_0$ ו־$H_{11}$ יכולים לעבוד בעזרת כבלי מתכת, ערוצי $H_4$ מצריכים תקשורת באמצעות סיבים אופטיים.

מספר דוגמאות של שירותים המצריכים מהירויות גבוהות יותר מ־2MB/S:

- שירותי וידיאו, 150 מסל״ש
- HDTV (HIGH DEFINITION TELEVISION) דורש 1,2 אמסל״ש (GB/S) ובעזרת דחיסה, ניתן להגיע ל־300־200 מסל״ש.
- ה־EQTV (EXTENDED QUALITY TELEVISION) יכול לעבוד במהירות 243–216 מסל״ש ובעזרת קידוד לדחיסה, ניתן להגיע ל־150–100 מסל״ש וכו׳.

בשנת 1985, ה־CCITT ייסדה בלונדון קבוצת עבודה מיועדת להיבטים של סרט־רחב עבור ISDN, בתוך הוועדה COM XVIII והנקרא: THE TASK GROUP ON BROADBAND ASPECTS OF ISDN ההמלצה, CCITT-RECI.121, היא הראשונה עבור רשתות אוניברסליות רחבות־סרט, המבוססת על סיב־אופטי.

בעיקרון, ה־BISDN צריך להתאים למינויים עסקיים וביתיים כאחד, לספק שירותים שונים ע״י יצרנים שונים (ציור מס׳ 1).

המרכיב העיקרי של BISDN הוא המושג ATM עבור מיתוג וריבוב (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE) ב־ATM. תמסורת המידע מבוססת על ´תאים´, מנות מידע באורך קבוע, שניתן לזהות ולמתג אותם לפי כתובת ב־HEADER. את התאים ניתן למלא במידע על־פי הצורך. המושג ´אסינכרוני´ מתייחס לכך, שהתאים השייכים לאותו קישור יכולים להופיע לא בסדר רץ (ציור מס׳ 2), אלא באקראי, להבדיל משיטת ה־STM (SYNCHRONOUS TRANSFER MODE), שם התאים מופיעים בסדר רץ.

אורך התאים יכול להיות 32, 48 או 64 אוקטטים כדי למנוע ´הד´ למרחקים גדולים מאוד ומסיבות אחידות, הוחלט על אורך תא של 48 אוקטטים להעברת המידע. התקן ATM עבור מיתוג וריבוב (MULTIPLEXING) נבחר עבור BISDN ו־CCITT הוציא המלצה ביוני 1989, במסגרת ה־DRAFT REC I.121.

ה־ATM מאפשר העברת המידע בשתי שיטות:

1. ערוצים עם מהירות קבועה, הנבחרת מתוך מיגוון שלם של מהירויות, ממספר אסל״ש עד למהירות המקסימלית.
2. קישוריות במהירויות משתנות.

ב־ATM ניתן להעביר ערוצים כגון $H_2, H_4$ (טבלה מס׳ II).

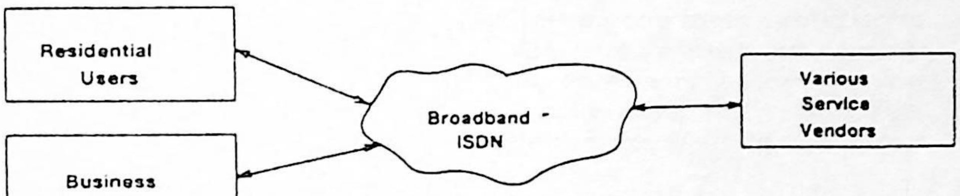
קיימות מספר בעיות בשימוש ATM, כגון: אפשרות שתאים מסויימים יאבדו, השעיית תאים (DELAY), ´רטט´ תאים, הד בתקשורת דיבור וכו׳ שדורשים פתרון.

## ISDN CHANNELS AND INTERFACE STRUCTURES*

| Channel | Bit Rate** | Interface | Gross Bit Rate | Structure |
|---|---|---|---|---|
| B | 64 | basic access | 192 | 2 B + D16 |
| HO | 384 | | | 23B + D64/30B + D64 |
| H11 | 1536 | primary rate access | 1544/2048 | or |
| H12 | 1920 | | | 3HO + D64/5HO + D64 |
| | | | | or |
| | | | | H11 /H12 + D64 |
| | | | | or |

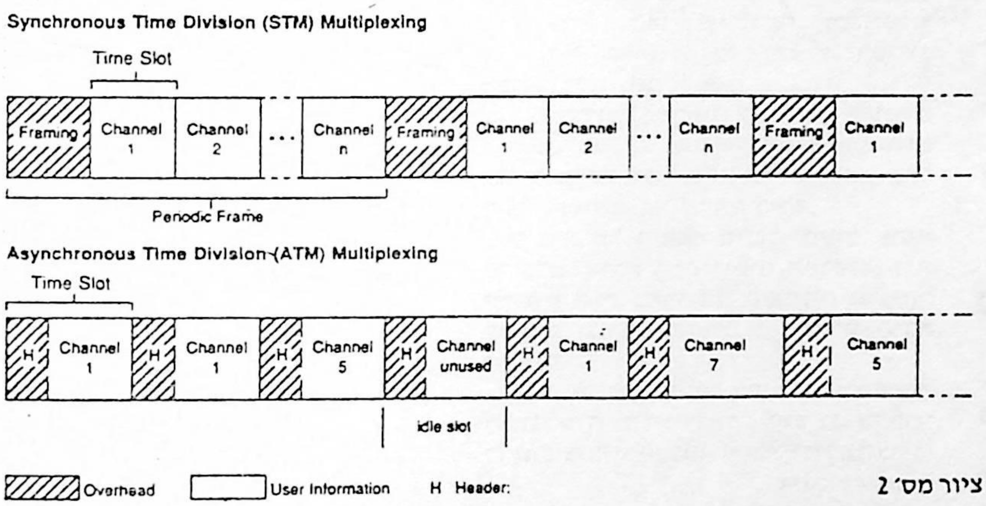
*According to CCITT Rec. I412
**kb/s

טבלה I




Broadband ISDN.

ציור מס׳ 1




ציור מס׳ 2

TABLE II ATM supports, for example, the following channels:

- H2 = 32.768 Mb/s, about 44 Mb/s
- H4 = 132-138.240 Mb/s

מצפים, שבתקופת העבודה על ה־CCITT (1989–1992), יצאו לאור איבחונים מפורטים עבור הפרמטרים החשובים של BISDN, כגון אורך תאי ATM.

מרכיב מפתח נוסף ב־BISDN היא התמסורת בין ארצות שונות, בעלי תקנים שונים ובין יצרנים שונים.

כדי לאפשר קישורות, יש צורך בתקינה של מימשקים ואותות עבור רשתות ספרתיות אופטיות, מהירות מאוד.

התקן הידוע בשם SONET הוא התקן המומלץ.

תקן זה מגדיר את האותות האופטיות, את שיטת העבודה ומיבנה מסגרת סינכרונית עבור תמסורת (TRAFFIC) סיפרתית MULTIPLEXED. התחלת הפיתוח של SONET, הייתה בשנת 1985 ע״י ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE) בתת־קבוצה T1X1; גם CCITT התחילה לעבד את התקן הזה ב־1986 והוציאה המלצה ראשונה ביוני 1988.

בהתאם להמלצת ה־CCITT, SONET יהיה התקן הבינלאומי לתמסורת ויפתור את בעיית האי־תיאום בין ה־HIERARCHY הנקרא $E_1$ של אירופה, המבוססת על 2.048 מסל״ש ו־$T_1$, של ארה״ב, המבוססת על 1.544 מסל״ש.

טבלאות IIIa ו־IIIb מופיעות במסל״ש היררכיות עבור רשתות אסינכרוניות סיפרתיות (CCITT - REC.702) ואותות SONET.

הרמה הראשונה של היררכיית SONET הוא STS-1 (SYNCHRONOUS TRANSPORT SYGNAL - LEVEL 1) והמהירות שלו היא 51.84 מסל״ש.

את הסינכרון, ניתן להשיג בעזרת מקור מתאים לסינכרון הרשת.

עבור STS-1 טרם נקבע מימשק פיזי. הרמה הראשונה של הנושא האופטי, OC-1 (OPTICAL CARRIER – LEVEL 1. OC-1) התקבלה לאחר SCRAMBLING של הרמה STS-1, כדי למנוע השפעתם של רצף ארוך של ׳אפסים׳ ו׳אחדים׳ ולאפשר לשעוני מקלטים להתאושש.

ה־OC-1 היא הרמה הנמוכה ביותר של אותות אופטיות המשתמשים ב־SONET.

רמות יותר גבוהות הם: OC-2, OC-3 .... OC-N המתקבלות לאחר הכפלת OC-1 ב־א, זאת אומרת לרמה OC-N יהיה קצב פי א של OC-1 (טבלה IIIb).

ניתן לקבל גם רמות יותר נמוכות מ־STS-1, ע״י חלוקתה לחלקים נקראים VIRTUAL TRIBUTARIES - VTS. ל־VTS קיימות ארבעה רמות: VT1.5, VT2, VT3, VT6 (VT6-N) (טבלה IV).

מבנהו של BISDN, כפי שנראה בציור מס׳ 3, מאפשר חיבור ל־ISDN באמצעות מימשק SO, ול־BISDN בעזרת מימשק SB; UB הוא מימשק אופטי, בו בזמן ש־SO או SB יכולים להיות אופטי או מתכתי (נחושת); B-NT הוא קצה של רשת רחבת־סרט.

## מספר גישות שונות ל־*BISDN*

בשלבי דיון נמצאים מספר גישות ל־BISDN

1. הרחבת רשת ISDN ל־BISDN (דוגמה, גרמניה).
2. רשת־על של BISDN (דוגמה: יפן, גרמניה).
3. הנחת רשת כבלים אופטיים (דוגמה אנגליה).
4. סיב־אופטי עד לבית המנוי (דוגמה ארה״ב).
5. הרחבת רשתות תקשורת מקומיות ו/או חיבורם (ארה״ב).
6. הרחבת השירותים וקישור בין איים של רשתות טלוויזיה בכבלים (אנגליה, צרפת).
7. טלוויזיה בכבלים בשירותים מורכבים (לדוגמה, הונגריה, ציור מס׳ 6)
8. שילוב של שתי גישות ויותר.

SONET – יהיה כנראה הבסיס לבניית סטנדרט גלובלי עבור BISDN.

בעבודות של CCITT במסגרת ה־BLUE BOOK (1987) REC.G707/708/709 משתמשים בראשי תיבות SDH (SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY) במקום SONET.

בשנת 1988, ה־CCITT סיימה את המלצותיה עבור SONET וכבר ב־1989, השלב הראשון של התקן הבינלאומי סוכם.

ב־1990 הייתה תזוזה לשלב 2 של SONET, כדי שיתאים לתקן האמריקאי ANSI לתמסורת סכינכורית סיפרתית ומימשקי מיתוג; כמו־כן, סוכם שהגירסה הבינלאומית יהיה SDH (SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY).

כדי להבטיח קישוריות שלמה בין ציוד של יצרנים שונים, כולל ענייני תחזוקה וניהול. ככל הנראה יש צורך בשלב 3.

כעת, הציוד שתואם את השלב ה־2, צריך לכלול גם הבטחה שהתאמתו לשלב 3 יהיה רק עניין של תוכנה בעיקר.

**CCITT Rec. G.702 Asynchronous Digital Hierarchies (In Mb/s)**

TABLE III A

| Level | North America | Europe | Japan |
|---|---|---|---|
| 1 | 1.544 (DS1) | 2.048 | 1.544 |
| 2 | 6.312 (DS2) | 8.448 | 6.312 |
| 3 | 44.736 (DS3) | 34.368 | 32.064 |
| 4 | — | 139.264 | 97.728 |

טבלה IIIb

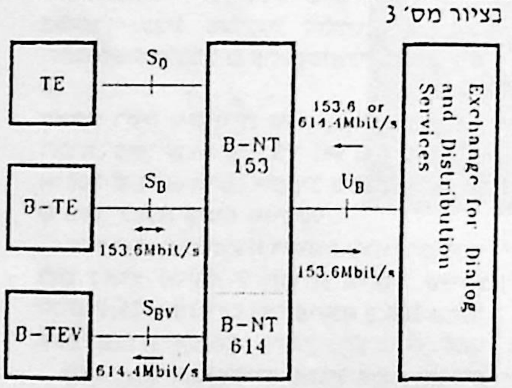
**SONET OPTICAL LINE RATES**

| OPTICAL CARRIER LEVEL | ELECTRICAL EQUIPMENT | LINE RATE (Mbps) | DS1 Equiv. | DS3 Equiv. |
|---|---|---|---|---|
| OC-1 | STS-1 | 51.840 | 28 | 1 |
| OC-3 | STS-3 | 155.520 | 84 | 3 |
| OC-9 | STS-9 | 466.560 | 252 | 9 |
| OC-12 | STS-12 | 622.080 | 336 | 12 |
| OC-18 | STS-18 | 933/120 | 504 | 18 |
| OC-24 | STS-24 | 1244.160 | 572 | 24 |
| OC-36 | STS-36 | 1866.240 | 1008 | 36 |
| OC-48 | STS-48 | 2488.320 | | |
| OC-96** | STS-96 | 4976.640 | | |
| OC-192** | STS-192 | 9953.280 | | |

The higher line are integer multiples of the base rate of 51.84 Mbps. For example, OC-12 = 12x51.84 Mbps = 622.080 Mbps.

**Rates above OC-48, including OC-96 and OC-192, are currently under study.

ציור מס׳ 3




BISDN reference configuration

טבלה IV

| *VT Level* | *Line Rate (Mb/s)* | *Standard* |
|---|---|---|
| VT1.5 | 1.728 | DS1 |
| VT2 | 2.304 | E1 |
| VT3 | 3.456 | DS1C |
| VT6 | 6.912 | DS2 |
| VT6-N | $N \times 6.9$ | future |
| Async DS3 | 44.736 | DS3 |

## סקירת המצב הקיים ומספר דוגמאות

בשנת 1988 היתה הודעה של ניסוי BISDN על־ידי BELLCORE (ארה״ב) של רשת ׳פרוטוטייף׳ כדי לבדוק היבטים שונים, כגון: תמסורת, מיתוג, פרוטוקולי איתות, תוכנה, שירותים וכו׳.

הניסוי היה בנוי בטופולוגיה כוכב־כפול (ציור מס׳ 4).

מהמרכזת רחבת־סרט מתפצלים עורקים של סיבים־אופטיים חד־אופניים אל הציוד האלקטרוני המרוחק, וזה הכוכב של הרמה הראשונה; מהכוכב של הרמה השנייה, מתפצלים סיבים־אופטיים חד־אופניים, במעבדה השתמשו ב־CO אחד ו־(REMOTE ELECTRONICS) RE אחד. לכל מימשק של המשתמש היו 4 ערוצים של כ־150 מסל״ש מעורבים ב־600 מסל״ש.

עבור שידור, השתמשו ב־LEDS (LIGHT EMITTING DIODE) ו־LASERS לא יקרים; עבור מיתוג השתמשו בכרטיס של 16X16 אפשרויות (בשלבי פיתוח נמצאים כרטיסי מיתוג בעלי 64X64 אפשרויות).

באותה שנה (1988) הודיעו גם בגרמניה (המערבית דאז) על המערכת הניסיונית הראשונה BISDN – (מיתוג ותמסורת) המותקנת בברלין והנקראת BERKOM.

שיטת העירבוב לצורכי תמסורת, היא בחלוקת זמן ומאפשרת שירותי ISDN ו־BISDN למשתמשים, כולל כל שירותי דו־שיח.

השלב השני של BERKOM (1989), מכיל שידורי טלויזיה ורדיו ממותגים (ציור מס׳ 5).

המרכזת מצויידת ב־SYSTEM-12 שהיא ISDN, שמתאים את עצמו בעזרת נקודות הצלבה למתג אותות רחבות־סרט.

כמו כן, המירכזת מכילה ציוד DEMULTIPLEXER/MULTIPLEXER כדי לאפשר שילובם של ערוצים שונים דרך ערוץ אחד בעל קיבול גדול, וממירים אלקטרו אופטיים. בציוד הדרוש למיתוג, עירבוב ותמסורת אופטית משתמשים טכנולוגיות סיליקון (CMOS, BIPOLAR).

הסיב־האופטי הוא חד־אופני, בניחות המאפשר חיבור של מנוי הנמצא במרחק של 20 ק"מ, ללא צורך במשחזרים (REPEATERS).

משתמשים אורך גל של 1300 NM לכיוון המנוי 1550 NM בכיוון מהמנוי אל המרכזת.

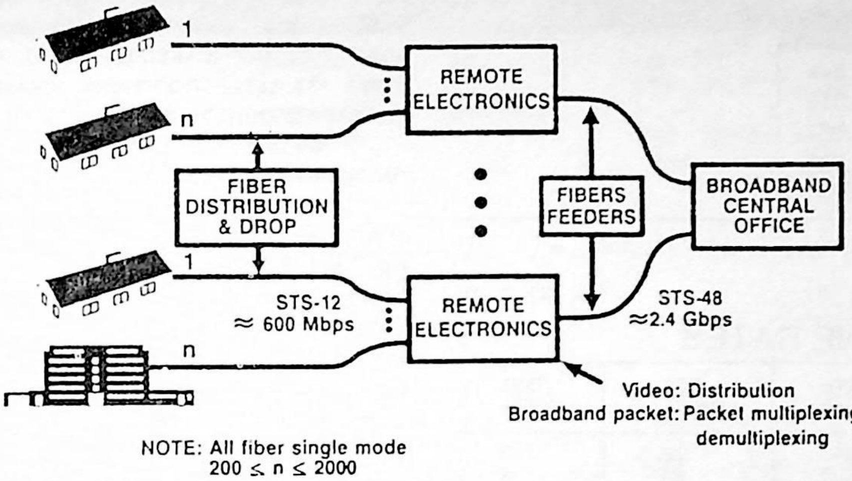
חברות ענק כמו: NORTHERN TELECOM, (S/DMS עבור מיתוג תמסורת וגישה, המתאים ל־SONET PHASE 2), AT&T (SERVICE NET-2000, המתאים ל־SONET PHASE2), ALCATEL, (FTS-600, המתאים ל־SONET PHASE 1 ומפתחים לקראת אמצע שנת 91', עבור התאמה ל־PHASE 2); FUJITSU ־(FLM-600 מערבב מתאים ל־SONET INTELLIGENT TRANSMISSION) NEC PHASE 2 SYSTEMS ITS-2400, מתוכנן עבור סוף שנת 91'; ITS-600, IMT-150 וכו'), TELCO SYSTEMS (TS-600 מתוכנן עבור סוף שנת 92', ומתאים ל־SONET PHASE 2) וכו'.

בהונגריה – בודפסט פיתחו את BISDN כפיתרון עבור מערכות טלוויזיה בכבלים, המבוססת על כבלים קואקסיאליים (ציור מס' 6).

**בארץ:** רשת ניסיונית של ISDN מתוכננת ע"י חברת 'בזק' עבור שנת 93' (94'); שלד כבלים אופטיים (600 ק"מ) המכיל כ־5000 ק"מ של סיבים, נמצא בסוף שנת 90'.

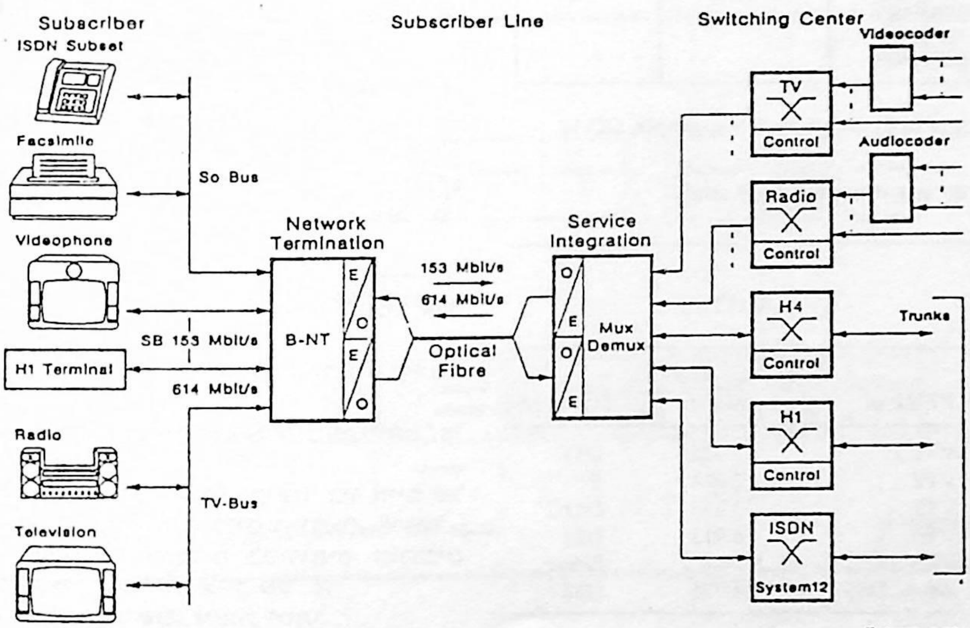
במקביל, מתפתחות רשתות טלוויזיה בכבלים בארץ (היום 7 חברות נותנות שירות לכ־125,000 מינויים וזה מהווה כ־10% מהמספר הצפוי).

בשל העובדה שהמערכות לטלוויזיה בכבלים בארץ מתבססות על כבלים קואקסיאליים, נראה שהפיתוח ההונגרי יכול להתאים לצרכים ואפשרויות המיידיות.■

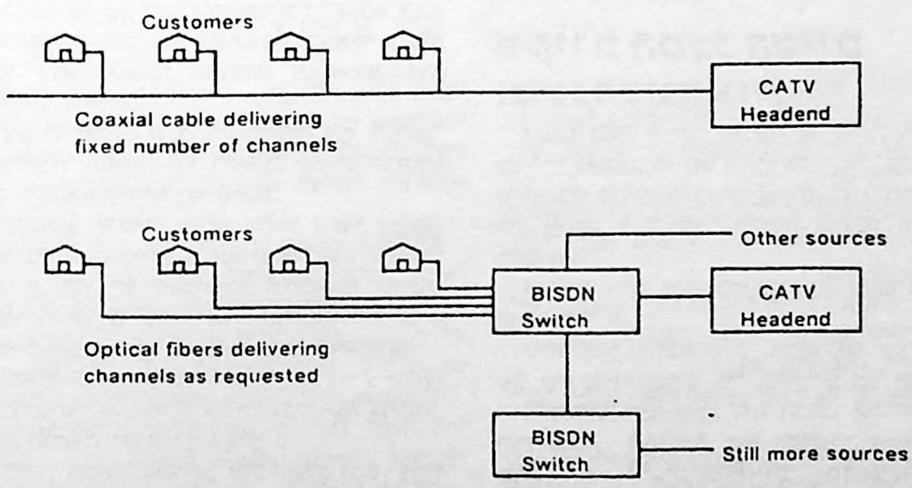



Broadband local access architecture.

ציור מס' 4




ציור מס' 5




CATV delivery via coaxial cable and via BISDN.

ציור מס' 6

# השפעת עיוותי הניחות וההשהיה הקבוצתית על העברת דיבור ונתונים באפיקי תמסורת *

אופייני התמסורת של אפיקי שמע המתוכננים לתכונות אופייניות של דיבור, אינם מותאמים בדרך כלל להעברת נתונים.

ניחות כלשהו, המותנה בתדר, וכן השהיה קבוצתית ינרמו לעיוות האות בתמסורות העברת נתונים, בצורת אות בינרי מקודד ועל־ידי כך יגדיל את האפשרות של קליטת שגיאות.

הכרת המקורות הגורמים עיוותים אלה, ונקיטת אמצעים מתאימים למניעתם (כמו ויסות הניחות בתלות בתדר והשהיה קבוצתית), יביאו להקטנת מספר השגיאות בתמסורת ספרתית.

מטרת מאמר זה להסביר את מהות העיוותים בניחות וההשהיה הקבוצתית, להגדיר את גבולותיהם המותרים ואת הצורה בה ניתן למדוד אותם ורק בעקיפין לרמוז כיצד לשפר את התכונות הנ״ל, על־מנת להגיע לאות ללא שגיאות.

## הדרישות מאפיקי תמסורת־נושאים להעברת דיבור

איכות אפיק טלפון, במיוחד בתקשורת קווית למרחקים ארוכים, מותנית בגורמים הבאים:

- יציבות עקום הניחות הכללי בתלות בזמן.
- ליניאריות התנופה.
- השהיה קבוצתית.
- עיוותים בהשהיה קבוצתית.
- רעש בסיסי (כגון, רעש תרמי).
- רעש אפנון הדדי בתוך קו בקליטה ובשידור.
- ערב־דיבור רחוק וקרוב באותו הקו ובמקרים של תמסורת רב־קווית — ניחות ערב־דיבור בין הקווים.
- תזוזת תדר.

מהעיוותים הנ״ל, ההשהיה הקבוצתית והעיוותים בה, הם עיוותים ליניאריים, ערכם מוחלט בשעת התמסורת והם אינם משפיעים על המובנות. אם ההשהיה תעלה מעל 250 מילי־שניות, היא תהווה גורם להפרעה ניכרת בתמסורת מידע דו־סטרית, כגון קליטת התשובה באיחור. השהיה קבוצתית קטנה יותר, או בערך של 150 מילי־שניות, הוא ערך המותר בתמסורת הקווים הבין־לאומיים.

אם הערך הממוצע של השהיה קבוצתית (800 הרץ) של תמסורת בין שני מנויים הוא הערך $t_m$ והוא מעל ערך הגבול הנורמלי, מופיעות תגובות מביכות (כמו הפסקות בדיבור או חוסר מובנות מצד אחד המשוחחים וכדומה).

בהתאם להמלצות הארגון הבינלאומי לתקשורת — CCITT — G.114, בנדון, נקבע:

- 150 מילי־שניות $\geq t_m$ — ערך זניח.
- 150—400 מילי־שניות $= t_m$ — ערך מתקבל על הדעת (סביר).
- 400 מילי־שניות $< t_m$ — ערך לא מתקבל על הדעת.

הערכים הנ״ל מגבילים במיוחד את אורכם של כבלים עמוסים ועל־ידי כך נוצרות בעיות קשות בתמסורת למרחקים ארוכים מאוד (לוייני תקשורת וכד׳).

---

* המקורות — ראה בסוף המאמר.

קיימות המלצות של CCITT עבור $t_m$ בעורקים לאומיים:

$$t_m < 0.004\, l + 12\ [ms]$$

$l$ — אורך הנתיב בק"מ.

עיוותי המופע (עיוותי השהיה קבוצתית) מתייחסים לערכה הנמוך ביותר של ההשהיה הקבוצתית באפיק דיבור.

בהתחשב במובנות של ההברות, ההפרש בין ערכה המינימלי של ההשהיה הקבוצתית, כולל שולי ביטחון עבור תדר בגבול הנמוך (300 הרץ) ועבור תדר בגבול הגבוה (3400 הרץ), לא יעלה מעל הערך הנתון, כפי שמופיע בטבלה 1 (שהם לפי המלצות G.133 — CCITT).

| $t_M - t_{min}$ [ms] | $t_m - t_{min}$ [ms] | סוג הנתיב |
|---|---|---|
| 15 | 30 | שרשרת נתיבים לאומיים |
| 7.5 | 15 | חוליה כלשהי משרשרת נתיב לאומי, בעלת ארבע תילים |
| 30 | 60 | שרשרת שלמה בעלת ארבע תילים בנתיבים בינלאומיים |

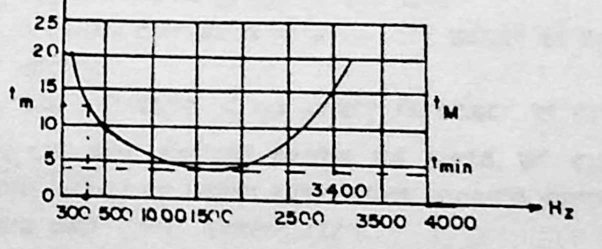
טבלה 1 — הפרשי הזמנים בין $t_m$ לערך המינימלי של ההשהיה הקבוצתית.

בציור 1 אנו רואים את השינוי בהשהיה הקבוצתית בתלות בתדר.

העיוותים החשובים ביותר של השהיה קבוצתית בתמסורת נושאים, נגרמים על־ידי מסנני אפיקים וסיימים בתדר שמע.

כידוע, קיים חוק ביארד־בוד, הקובע את היחס הכללי בין הניחות למיקדם המופע של מסננים בעלי אופיין מדורג ברשתות בעלות „מופע מינימלי". מחוק זה נובע, שהעיוותים החשובים של המופע והניחות קורים בשולי פס התדרים התמסורתיים והעקום של ההשהיה הקבוצתית מתואר בציור 1.

במקרה של תמסורת אות המורכב מסינוסואידות, אין עיוותי ההשהיה הקבוצתית גורמים לעיוות ניכר של האות. נוסף לכך, כיון שקטעי תמסורת דיבור ניתנים לשוויון ביחס לתנופה שלהם, אפשר לצרף מספר כלשהו של קטעים בטור.




ציור 1 — שינוי בהשהיה הקבוצתית כתלות בתדר.

כיון שרוב קטעי העברת נתונים כוללים בתוכם אחד או יותר קטעי תמסורת נושאים, והמערכות של תמסורת נושאים מתוכננות להעברת דיבור, הם אינם מתאימים תמיד להעברת נתונים במהירות גבוהה מאוד.

בשיטת תמסורת ספרתית (עם אפנון בתנופה, בתדר או במופע של האותות הבינריים), עיוותים ניכרים של השהיה קבוצתית יכולים לגרום להעברה של מידע לא נכון בזמן העברת הנתונים.

מכאן נובע הצורך בשוויינים נוספים, עם עומסים, להעברת אותות במהירות המקסימלית האפשרית.

לו כל קטעי מערכות התמסורת היו עם שוויינים גם עבור שוויון ההשהיה הקבוצתית, ניתן היה לבצע העברת נתונים במהירויות גבוהות באותה המידה כמו בהעברת האותות בתדרי שמע. שוויון כזה של קטעים אינדיבידואליים הוא יקר מאוד וניתן לביצוע לפרקי זמן מסויימים בלבד.

אם רוצים להשיג נתיב תמסורת קבוע, אפשר לבצע שוויון של הנתיב ביחס להעברת נתונים בתנאי שנשתמש בשוויונים אינדיבידואליים עבור השהיה קבוצתית הניתנת לכיוון.

קביעת השוויונים יכולה להיות ידנית או אוטומטית.

## משמעות השהיה קבוצתית, עיוותי השהיה קבוצתית ומדידתם

עיוותים ליניאריים ובלתי ליניאריים המופיעים בעת העברת האותות בנתיב התמסורת והפחתת המתחים, יכולים להשפיע בצורה בלתי רצויה על צורת האות.

מכאן, שהאות בעל צורת דופק או אות בתדר נושאים, מועבר ללא עיוותים כשמקדם הניחות a ומקדם המופע b ממלאים את הדרישות — כפי שמתואר בציור 2.

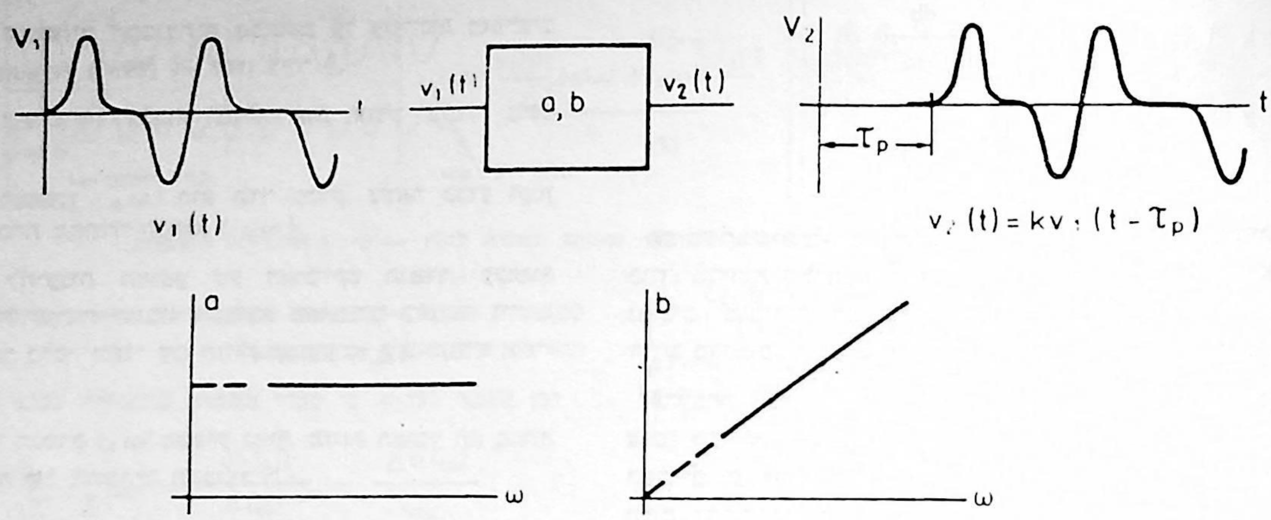
משמעות הדבר היא שמקדם הניחות ומשהה המופע (זמן התפשטות — $\tau_p$) של כל מרכיב סינוסואידלי של האות שמהם הוא מורכב, חייב לא להשתנות עם שינוי התדר. את משהה המופע, שאופיין עבורו מקדם המופע $b(\omega)$ ניתן לחשב על פי הנוסחה:

$$\tau_p(\omega) = \frac{b(\omega)}{\omega}$$

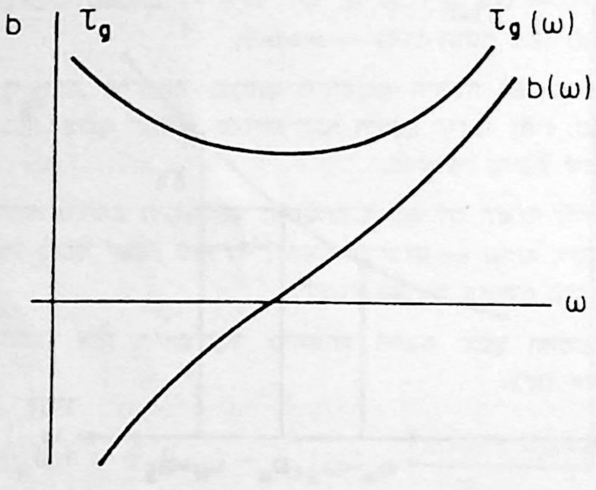
משהה מופע קבוע, פירושו של דבר, שהמקדם משתנה ביחס ישר לתדר.

בטכנולוגיה של טלקומוניקציה, המידע מועבר בדרך כלל כאות מאופנן. למעשה, מספיק להכיר את ההשהיה הקבוצתית ($\tau_g$) במקום מקדם המופע (b). נתון משתנה זה ניתן למדידה והוא נגזרת של אופיין המופע (ציור 3):

$$\tau_g(\omega) = \frac{db(\omega)}{d(\omega)}$$




ציור 2 — העברת אות סינוסואידלי בלתי מאופנן ובלתי מעוות.

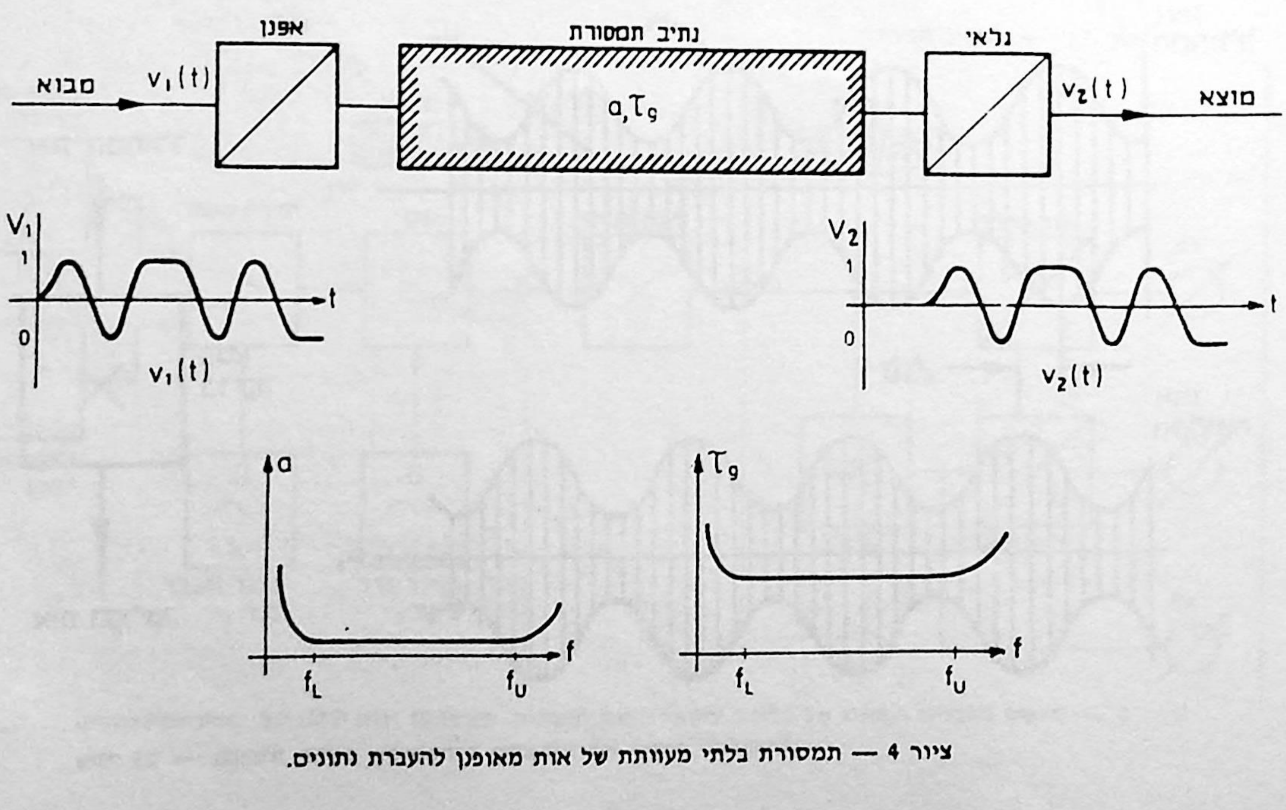



ציור 3 — אופיינים של מופע והשהיה קבוצתית.

שימוש בפרמטר זה נותן את היתרונות הבאים:

- מכיון שההשהיה הקבוצתית מהווה קנה־מידה של נגזרת אופיין המופע, כל שינוי בלתי שווה של המופע בעת שינויים שווים של אופיין התדר, מודגש באופן מיוחד.
- עבור עיוות האות חשוב רק השינוי בהשהיה הקבוצתית עם התדר.

אם ההשהיה הקבוצתית ועיוות ניחות התדר אינם תלויים בשינוי התדר בתחום תדרי האות, תמסורת תדר הנושא של האות הוא בלתי מעוות. תנאי זה אינו מספיק בתמסורות שונות לתמסורת התדר. בציור 4 ניתנת דוגמה של תמסורת בלתי מעוותת של אות מאופנן בהעברת נתונים.




ציור 4 — תמסורת בלתי מעוותת של אות מאופנן להעברת נתונים.

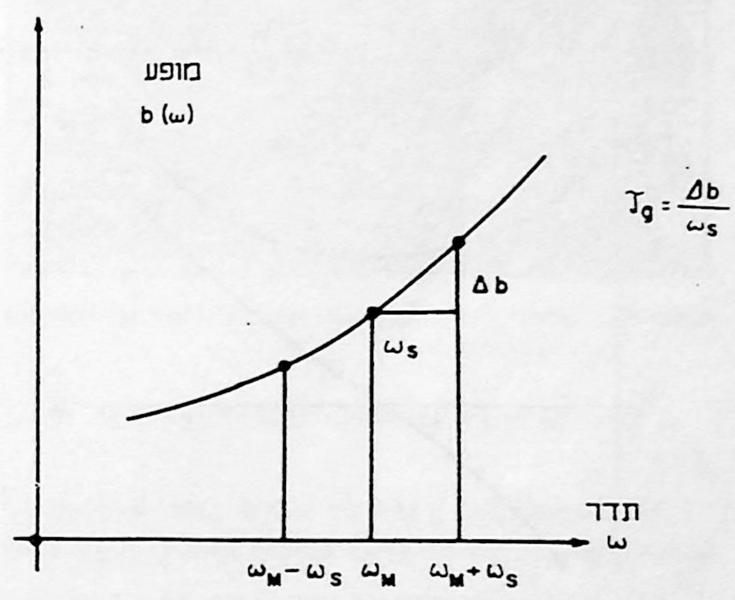
מדידת ההשהיה הקבוצתית מבוססת על עקרונות מומלצים על־ידי Nyquist (1930) — ראה ציור 5.

לקטע התמסורת הנבחן נשלח אות את״נ בתדר נושא משתנה ( $\omega_M$ ).

התדר המאפנן ( $\omega_s$ ) הוא תדר נסדק, נשאר קבוע וקטן במידה ניכרת מהתדר הנושא ( $\omega_M$ ).

הודות להיענות המופע של האובייקט הנמדד, עקומות המעטה של אותות המבוא והמוצא מאופננים בתנופה ויוסטו יחסית אחד כלפי השני עם תזוזת המופע ($\Delta b$), הנמדד אחרי הגילוי.

אם תדר הנסדק ($\omega_s$) מספיק נמוך, תזוזת המופע (b) מהווה קנה־המידה של ההשהיה הקבוצתית:




ציור 5א׳ — אופיין מופע לתדר.

$$\tau_g = \frac{db}{d\omega} \qquad (1)$$

$$\tau_g = \frac{\Delta b}{\omega_s} \qquad (2)$$

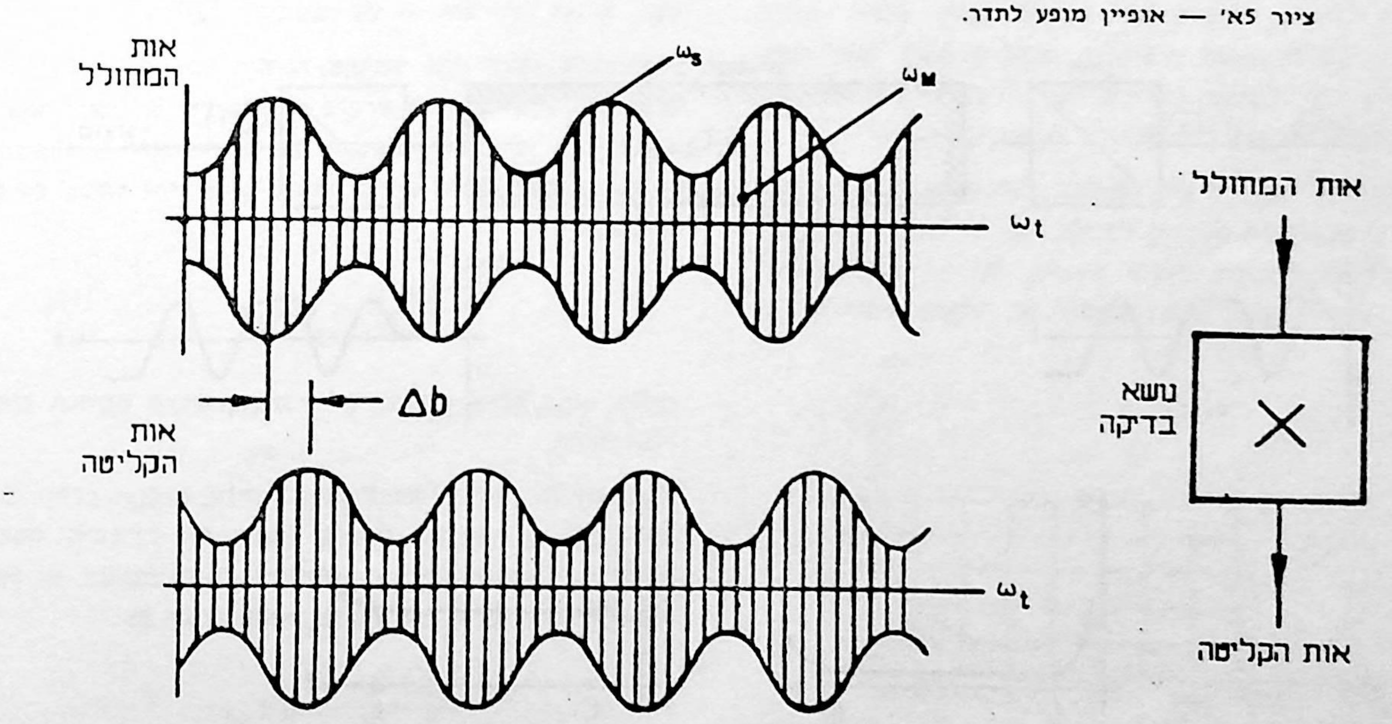
אם משתמשים בשיטת מדידה זו, מתעוררים קשיים מסויימים, כגון: מדידות של השהיה קבוצתית קטנה מאוד בתדרי אפנון נמוכים, מובילות למדידת זיזות מופע קטנות מאוד, ולכן דרוש מד־מופע בעל דיוק מדידה ותגובה גבוהים ביותר.

להעברת נתונים משתמשים באותות בעלי תנופה בינרית, אפנון תדר או אפנון מופע. כאשר מועברים אותות אלה, פסי התדרים מחולקים באופן סימטרי ביחס לתדר הנושא. אולם, תלות התדר של ההשהיה הקבוצתית [$\Delta\tau_g(\omega)$] והניחות [$\Delta a(\omega)$] אינם מהווים ערכים מוחלטים. גם הערכים ״a״ ו־ $\tau_g = db/d\omega$ הם ערכים לא מוחלטים ונחוצים לקביעת השינויים של האות המאופנן.

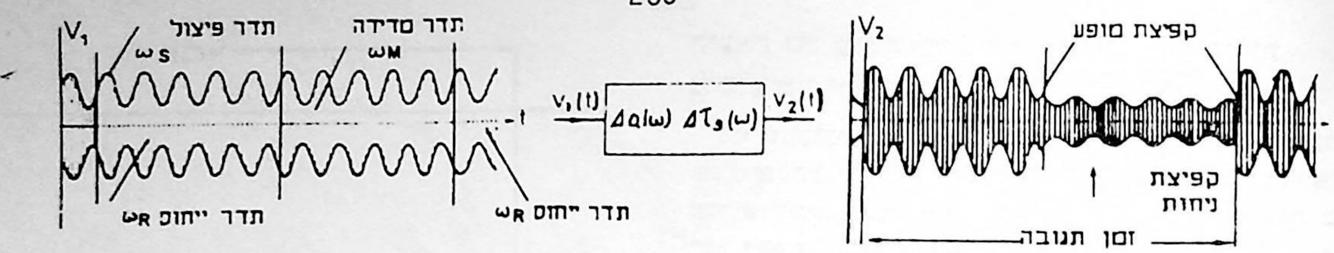
דרישה זו הוליכה לשיפור שיטת Nyquist במיוחד כשמדובר במדידה מקצה לקצה. מכשירי המדידה המודרניים המיוצרים על־ידי חברת „ונדל־גולטרמן״, מבוססים על שיטת Nyquist משופרת.

בהתאם לשיטה זו, אות המדידה הוא אות מאופנן בתנופה, כשבפרקי זמן קבועים תדר המדידה ( $\omega_M$ ) ותדר היחס ( $\omega_R$ ) לחילופין, משודרים כנושאים.

התדר המאופנן ( $\omega_s$ ) — התדר הנסדק — הוא קבוע ונמוך בהרבה מתדר הנושא. אם האובייקט הנמדד הוא בעל אופיין משתנה, תופיע קפיצה של המופע בעקומת המעטה, בשעת הזזת תדר הנושא (ראה ציור 6). קפיצה זו מהווה מידת שינוי של ההשהיה הקבוצתית. אם התדר הנסדק ( $\omega_s$ ) הוא מספיק




ציור 5ב׳ — עקרונות מדידה של השהיה קבוצתית לפי שיטת Nyquist.




ציור 6 — עקרונות השהיה קבוצתית ושינויים בניחות בתלות לתדר — שיטת Nyquist משופרת.

קטן, ניתן להניח — כפי שזה נראה מציור 6 — שעקום המופע הוא ליניארי בתחום תדרים $2\omega_s$.

לכן אפשר לקבוע, כי עבור השהיה קבוצתית נקבל:

$$\tau_g(\omega) = \frac{db(\omega)}{d(\omega)} \sim \frac{\Delta b(\omega)}{\omega_s}$$

(תדר נסדק של 41.66 הרץ נבחר כתדר מדידה בתחום תדרי הצליל — 200 הרץ עד 20 קילו־הרץ — בהתאם להמלצות CCITT 0.81 משנת 1972 — Geneva).

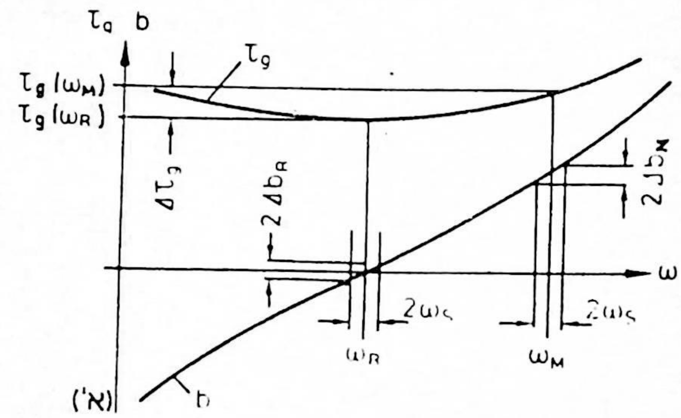
עיוות של השהיה קבוצתית בתחום התדרים המעניינים אותנו, ניתן למדוד בעזרת תדר הייחוס הנשאר קבוע, והתדר הנמדד שניתן לשינויים.

להלן תיאור של סטיית ההשהיה הקבוצתית בתחום תדרים המעניין אותנו — שנמדדה כשתדר הייחוס נשאר קבוע ותדר המדידה משתנה בהתאם לצורך.

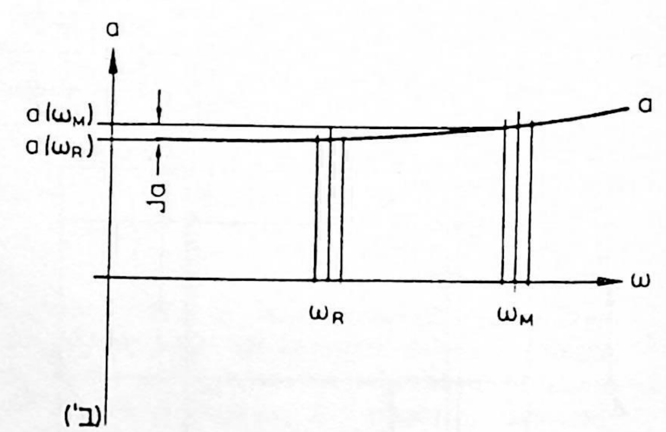
הנוסחה עבור סטיית ההשהיה הקבוצתית היא (בהתאם לציור 7א'):

$$\Delta\tau_g(\omega) = \tau_g(\omega_M) - \tau_g(\omega_R) \sim \frac{2\Delta b_M - 2\Delta b_R}{2\omega_s} =$$

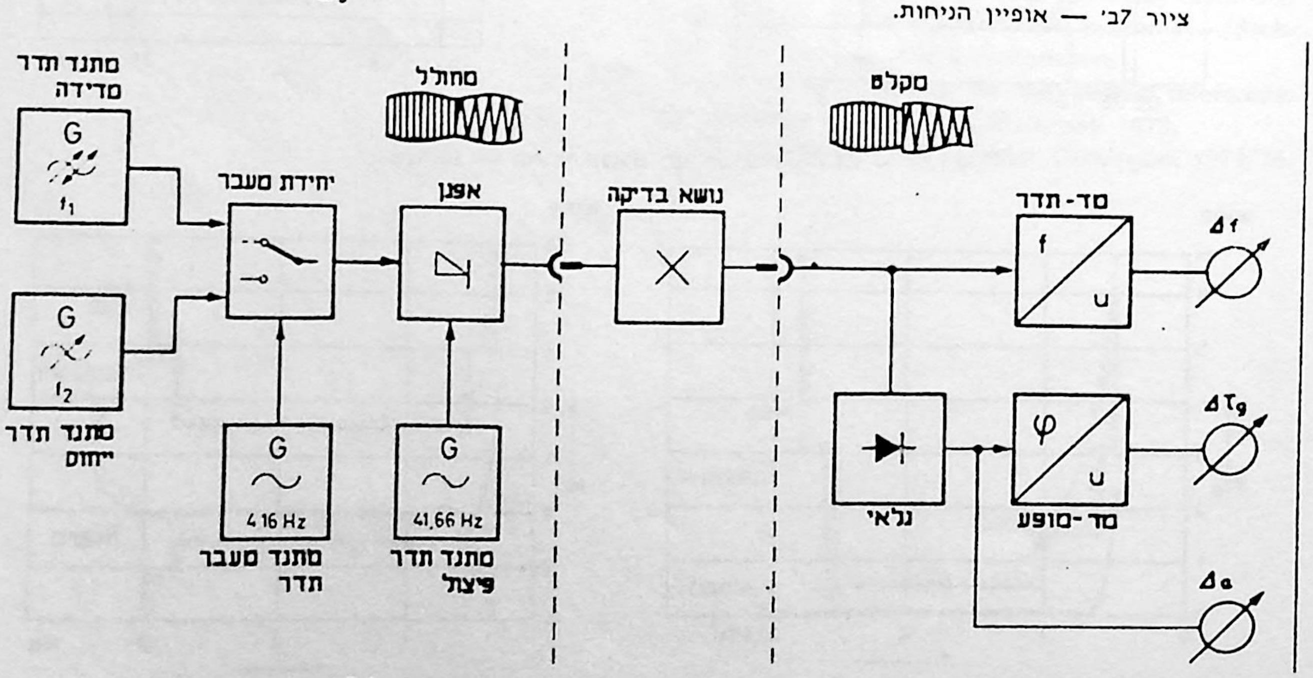
$$= \frac{\Delta b_M - \Delta b_R}{\omega_s}$$



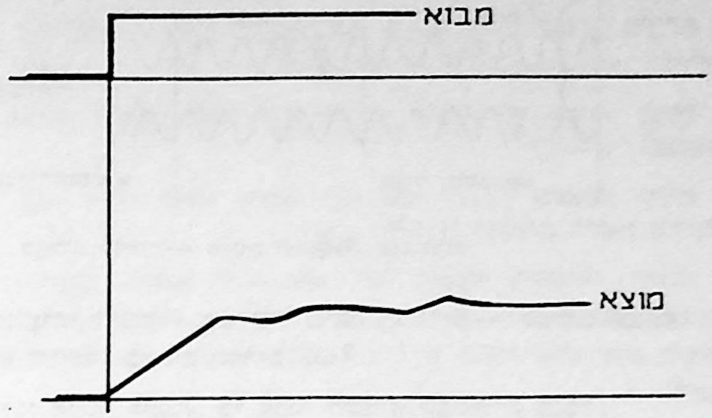

ציור 7א' — אופיין המופע והשהיה קבוצתית.




ציור 7ב' — אופיין הניחות.




ציור 8 — מרשם מלבנים מופשט של מדידת עיוותי ניחות והשהיה קבוצתית (דגם LD-2 של „ונדל-גולטרמן").




ציור 9 — היענות פונקציה מדורגת.

השינויים של אופיין הניחות בתלות לתדר, גורמים בעת זיזת התדר מ־ $\omega_M$ ל־ $\omega_R$ לזיזת תנופה של האות כולו (ראה ציור 6).

כתוצאה מכך, מתקבלת הנוסחה עבור שינויים של האפנון, כפי שמתואר בציור 7ב׳:

$$\Delta a(\omega) = a(\omega_M) - a(\omega_R)$$

מערכת מכשירי מדידה של חברת „ונדל־גולטרמן" עבור מדידת ההשהיה הקבוצתית והניחות, (LD-2) יכולה לשמש כדוגמה למימוש הנוסחה הנ"ל (ציור 8).

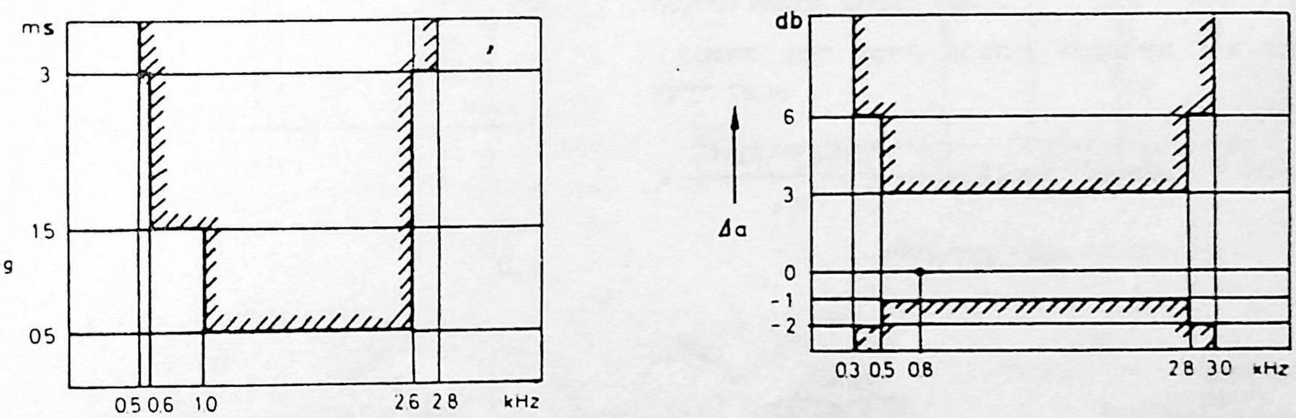
## תוצאה של עיוות בהשהיה קבוצתית; גבולות מומלצים ע"י CCITT, שיפורים בהעברת נתונים

כפי שנוכחנו לדעת, מקור העיוות של האות נמצא בהבדלים מהותיים של מהירויות שונות בעת ההתפשטות של אותות תדרים שונים, זאת אומרת, שזיזת המופע אינה נמצאת ביחס ישר לשינויי התדר. תופעה זו ניכרת ביותר באותות לא סינו־סואידליים, כמו: דפקים, פונקציות מדורגות וגלים ריבועיים.

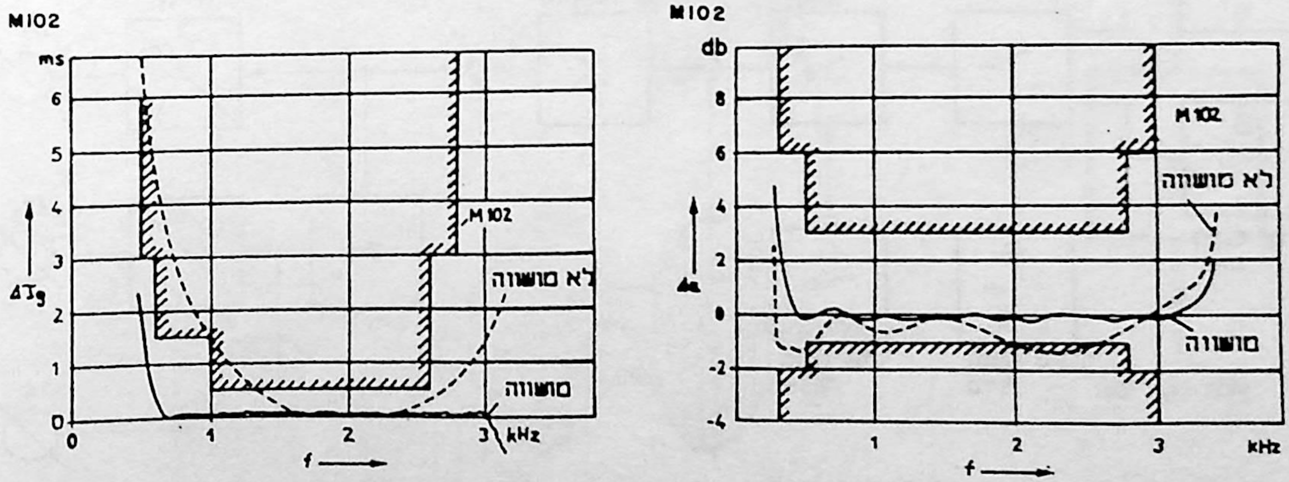
התופעה האופיינית של עיוותי השהיה קבוצתית היא „הפיעמום" בפונקציה מדורגת (ציור 9). ההשתרבבות הקיימת בעת העברת סדרת דפקים יכולה להוביל לקליטה לקויה של מידע.

על־מנת לאפשר העברת נתונים במהירות גבוהה יותר באמצעות נתיב של מערכת תמסורתית, יש צורך בפסי תדר רחבים יותר. להעברת נתונים במהירות של 2400 ס"ביתים בשנייה יש צורך באפיק דיבור שלם ברוחב פס אפקטיבי של 2400 הרץ אם משתמשים באפנון תדר בינרי. אם משתמשים באפנון מופע, ניתן להעביר נתונים במהירויות שונות, כמו: 2400 ס"בית בשנייה, 4800, 7200 ו־9600 ס"בית בשנייה.

לתמסורת במהירויות גבוהות יותר, כגון אלו הדרושות להעברת תמונות או עבור מרכזים לעיבוד נתונים, דרושים פסי תדר יותר רחבים. לתמסורת במהירות של 50 קילו־ס"בית לשנייה, דרושה קבוצה שלמה של 12 אפיקי דיבור (קבוצת




ציור 10 — תחומי סבולת לפי המלצות CCITT — M102.




ציור 11 — אופיינים של עיוותי ניחות והשהיה קבוצתית לפני השוויון ואחריו.

אפנון ראשונה), של מערכת תמסורת נושאים, כלומר, רוחב פס תדרים של 48 קילו־הרץ. העברה במהירות של 200 קילו־ס״בית לשנייה דרושה על קבוצת אפנון שלמה, ורוחב פס תדרים מ־312 קילו־הרץ עד 552 קילו־הרץ. CCITT קובעת גבולות עבור עיוותי ניחות והשהיה קבוצתית לפי המלצות M102 (ציור 10).

(ההמלצות של ארה״ב הן לפי $S_1$ והן יותר חמורות עבור עיוותי ניחות: $S_1$ = M102/2 ועבור עיוותי השהיה קבוצתית: $S_1$ = M102/5).

ברוב המקרים, קו טלפוני אינו עומד בתחומי סבולת הדרי־שים להעברת נתונים במהירות של 2400 ס״בית לשנייה או יותר. כדי לאפשר זאת, ניתן לשפר את אופייני קו התמסורת בעזרת שוויין־קו ולתקן את צורת האות (ציור 11).

את שוויון ההשהיה הקבוצתית של נתיב התמסורת יכולים לבצע בעזרת שיטות בוחן וכיוונון ידני. השיטה הזאת דורשת זמן רב וגם אין כל ביטחון שנגיע לשויון ברמה נאותה.

המכשירים החדישים ביותר למדידת השהיה קבוצתית (לדוגמה, המכשירים LD-3 ו־LD-30 של "ונדל־גולטרמן") נותנים את תוצאות המדידה בצורה ספרתית. דפקים אלה מועברים למחשב, אשר יכול (בעזרת תוכניות מתאימות) לתת את הפיתרון הטוב ביותר ולפקד על השוויון.

המקורות למאמר:


1. Von Peter, Harzer — Nachrichtentechnischen Zeitschrift 25 Yahrgang, Heft 12 (1972), Seiten K257-K258.
2. Nyquist, H., Brand, S. — Measuremennt of phase distortion. Bell Syst. techn. J. 7 (1930) pp. 549—552.
3. Hoffmann, G. — The problem of group delay distortion measurements on data transmission systems — Technical Information Wandel & Goltermann.
4. Postelnicu, Paul — Sisteme de transmisiuni telefonice. Edit. didactică & pedagogică, Bucureşti 1973.
5. Wandel u. Goltermann — Master Catalogue. 1974/75.

# השפעת הרעשים על תמסורת דיבור ונתונים באפיקי ריבוב־תדר (.F.D.M) (חלק א׳)

**קוי טלפון בין שתי נקודות קבועות או קוי טלפון ברשת החיוג הכללית סובלים לא־פעם מרעשים. אם בהעברת דיבור גורם הרעש רק לקשיי־הבנה, הרי שבהעברת־נתונים יכול הוא להשפיע גם על תוכן הנתונים ולסלפו. רעש פתאומי וקצר עלול לשבש פעימה אחת (סבית אחת) או לעתים אף הודעה שלמה, תלוי באורך ההפרעה ובמהירות השידור.**

**מקובל בעולם שבקו המתאים להעברת־נתונים, לא יעלה מספר השיבושים על סבית משובשת אחת לכל 100,000 סביות טובות. להשגת תנאי זה חייב קו הטלפון להיות מחוסן ככל האפשר נגד רעש. מטרת מאמר זה היא להציג את מקורות הרעש ולהגדיר את הגבולות המותרים והצורה בה ניתן למדוד את הרעש במערכת, ונפתח במקורות־הרעש במערכות טלפון המשתמשות באפיקי ריבוב־תדר (F.D.M. – Frequency Division Multiplex).**

טיב התמסורת בשיטת ריבוב התדר בקוים פיסיים או אלחוטיים מושפע משני סוגי רעש:

- רעש קבוע.
- רעש חולף.

לקבוצה הראשונה שייכים בעיקר הרעש התרמי הבסיסי, רעש האפנון ההדדי וערב־הדיבור.

### רעש בסיסי (תרמי)

רעש זה נוצר בכל מעגלי התמסורת עקב התנועה האקראית של האלקטרונים. שתי תכונות מאפיינות את הרעש הזה:

— מרכיבי הרעש הבסיסי הינם בעלי רמות שונות המתפלגות לפי עקומת גאוס.

— אנרגיית הרעש הבסיסי מתפלגת בספקטרום־התדרים בצורה אחידה.

הרעש הבסיסי תלוי באופן יחסי בטמפרטורה וברוחב־פס התדרים. רמתו אינה תוצאה של עומס התנועה בתחום התדרים הבסיסי. (בשיטות שידור כמו אפנון דופק מקודד P.C.M התוצאה של הרעש התרמי היא טיפוסית ונבדלת מהרעש בשיטת הריבוב (.F.D.M).

### רעש אפנון הדדי

רעש זה נגרם על־ידי אי־ליניאריות של המעגלים. כאשר שני אותות בעלי תדרים $F_1$ ו־$F_2$ עוברים דרך מעגל בלתי־ליניארי נוצר אפנון הדדי. כשהאותות העוברים דרך ההתקן שאינו ליניארי הם צלילים, מוצרי האפנון ההדדי יהוו רעש אפנון הדדי, מאחר שהם בתדרים לא־רצויים. בנוסף לתדרי האותות הבסיסיים, גם התדרים ההרמוניים של אותם האותות וכן גם הצירופים בין כל אחד מהאותות הבסיסיים התדרים ההרמוניים — יגרמו למוצרי אפנון הדדי. אמנם הסיבות לרעש האפנון ההדדי שונות מאלו של הרעש הבסיסי, אבל במערכות רבות־אפיקים אופיים הפיסי דומה והתוצאה המוזיקה שווה בשניהם.

### רעש ערב-דיבור

רעש זה הינו תוצאה לא־רצויה של צימוד בין מסלולי אותות־דיבור או צלילי־איתות.

הסיבות לערב־דיבור הן:

- צימוד חשמלי בין קוי הקשר (כגון צימוד בין זוגות של אותו כבל־שמע).
- שליטה לקויה על היענות התדרים (כגון מסננים לקויים).
- אופיינים אי־ליניאריים במערכות רבות־אפיקים.

(שני הרעשים הנ״ל, רעש האפנון ההדדי ורעש ערב־הדיבור הינם רעשים ״לא־גאוסיים״ שאפשרויות התפלגותם אינן נורמליות).

### רעש חולף

בקבוצת הרעשים החולפים חשיבות מיוחדת לדפקים שקצבם אינו קבוע או לדורבנות (Spikes) קצרי־זמן ובעלי תנופה גבוהה ובלתי־שווה. סוג זה של רעש אינו מאופיין על־ידי חוקי ההסתברות. הרעשים הקבועים גורמים לשגיאות אקראיות בעוד שהרעשים החולפים גורמים לשגיאות פתאומיות, המהוות גורם להפרעה חמורה במערכות תמסורת־נתונים בכך שהם מגדילים את קצב השגיאות.

### יחידות מדידת-הרעש במערכות-טלפון

קיימות יחידות־מדידה אירופאיות ואמריקניות לרעש. אמ־נם ניתן לתרגמן ע״י נוסחאות פשוטות משיטה לשיטה אולם

בהתחשב בעובדה שבמשרד התקשורת הישראלי משתמשים ביחידות האירופאיות — נזכיר כאן רק אותן, ונתחיל ברמת־הספק מוחלטת ונקודת־תמסורת ברמת אפס.

על־מנת לחשב שבח או הפסד של מערכת מורכבת המכילה מספר רב של מעגלים — כשכל אחד מהמעגלים יכול לגרום לשבח או להפסד — משתמשים ביחידת־מדידה לוגריתמית הנקראת "דציבל" או ד"ב (dB). השבח או ההפסד בהספק D של מערכת־תמסורת מחושב ביחידה זו המוגדרת ע"י הנוסחה

$$D = 10\log_{10}\frac{P_2}{P_1}$$

כאשר:

$P_1$ — הספק המבוא במערכת.

$P_2$ — הספק המוצא במערכת.

ה־dB הוא ביסודו יחידה של יחס־הספקים שאינה מבטאה רמת הספק מוחלטת. אם נקבל רמת הספק מסוימת כרמת־ייחוס סטנדרטית, נוכל לבטא בעזרתה כל הספק מוחלט אחר הנמצא מעל לרמת־ייחוס זו או מתחתיה. רמת־ייחוס מקובלת הינה הספק של 1 מילי־ווט. באמצעות הספק סטנדרטי זה נוכל לבטא כל הספק אחר (P) כביטוי של ד"ב ביחס ל־1 מילי־ווט.

$$10\log_{10}\left(\frac{P}{1mW}\right)$$

הביטוי ד"ב ביחס ל־1 מילי־ווט נקרא בקיצור דב"מ (dBm).

$$0\,dBm = 1mW$$

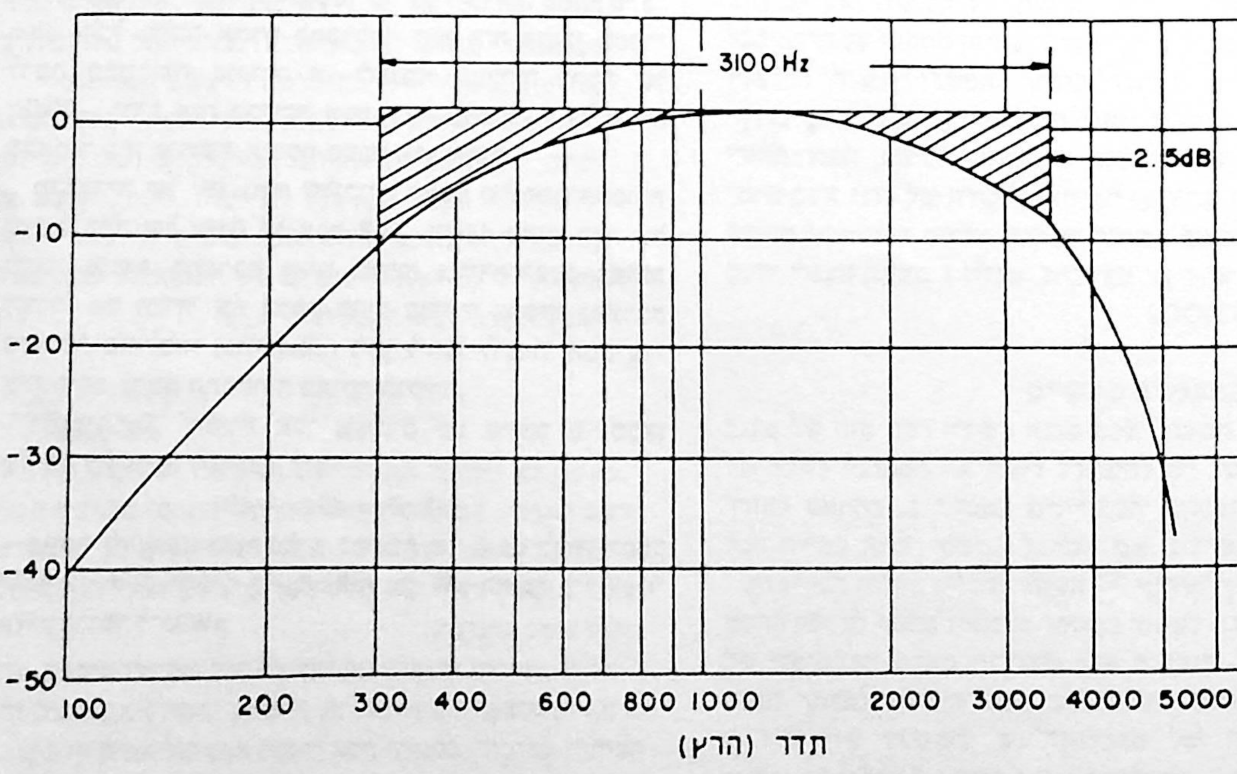
לכן נקרא לנקודת־בדיקה סטנדרטית לאורך קו־תמסורת (בה מתקבלת רמת־אות של 1 מילי־ווט) בשם "נקודת רמת־אפס" (Zero TLP — Zero Transmission Level Point).

מאחר שהרעש במערכות־טלפון הוא ברמה הרבה יותר נמוכה מ־1 מילי־ווט, מציינים את רמת־הרעש לפי הנוהג האירופאי בפיקו־ווטים (pW).

$$1pW = 10^{-12}W = -90dBm$$

## מעגל טלפון משוקלל פסופומטרי

על־מנת להגדיר את מידת הפחתת טיב התמסורת בהשפעת הרעש באפיק טלפוני נעשו בדיקות־הקשבה רבות, תוך שימוש באותות־הפרעה בתדרים שונים. גודל ההפרעה נקבע על־ידי השוואת ההספק של האות המפריע עם ההספק של אות בתדר 800 הרץ, שהוא נוח למדידה ונשמע על־ידי המקשיב כשהוא מפריע באותה מידה. עקומת התוצאה של בדיקה זו מהווה קנה־מידה והיא נקראת "אופיין משוקלל פסופומטרי" של מעגל טלפוני מסחרי (ראה ציור 1). ממדדי־הרעש בשקילה פסופומטרית מודדים את רמת הרעש באפיק ומשווים אותה לתופעת הרעש הממשית (בניגוד למכשירים בעלי עקום היענות "שטוח"). כאשר רעש "שטוח" (ללא בליטות בעקום שלו) באפיק טלפוני בתחום התדרים שבין 300 עד 3400 הרץ, מועבר דרך מסנן פסופומטרי, קטנה רמתו ב־2.5dB (כפי שרואים בחלק המקווקו בציור 1). רעש הנמדד בפסופומטר מסמנים בתוספת האות p, לכן הופך ה־dBm ל־dBmp וה־pW ל־pWp.




ציור 1 — אופיין משוקלל פסופומטרי של מעגל טלפוני מסחרי.

עבור רעש "שטוח" בתחום התדרים שבין 300 ל־3400 הרץ מתקיים היחס הבא:

$$dBmp = dBm - 2.5$$
$$pWp = pW \times 0.56$$

על־אף האמור לעיל, 0dBm של צליל בתדר 800 הרץ, הנמדד בפסופומטר, יראה 0dBmp.

**רמת תמסורת יחסית ורמת הספק יחסי**

מערכת טלפונית רבת־אפיקים יכולה להיות מורכבת ובעלת אורך ניכר, עם שלבים רבים של שבח וניחות הנגרמים על־ידי מרבבים, מפרידים, מגברים וגורמי־תמסורת אחרים. לקביעת רמת־ההספק של אות הנמדד במערכת כזו יש משמעות רק אם מציינים את מידת השבח והניחות של אותה הנקודה.

רמת השבח או הניחות של נקודה מסוימת במערכת יכולה להיות מוגדרת אך־ורק אם מגדירים את רמת הייחוס של אותה המערכת. רמת נקודות אחרות באותה המערכת ניתן לקבוע במושגי שבח או ניחות ב־dB, ביחס לאותה נקודת־הייחוס. רמת כל נקודה במערכת, המבוטאת ב־dB יחסית לאפס TLP, מצויינת כרמת תמסורת יחסית של הנקודה, ביחידות dBr.

מאחר שאות בדיקה סטנדרטי הוא 1 מילי־ווט (0dBm) באפס TLP, הרי ההספק המעשי של צליל בדיקה סטנדרטי ב־dBm (בכל נקודה אחרת במערכת) יהיה זהה במובן מספרי לרמת התמסורת בנקודה זו. לדוגמא: בנקודה ברמה של 20dBr– יהיה אות הבדיקה הסטנדרטי 20dBm–. כל סטייה מהאמור כאן פירושה תוספת בשבח או בניחות.

מההגדרה של dBr נובע שלנקודת האפס של רמת־תמסורת קיימת רמה של 0dBr או אפס TLP. ה־dBr מציין רמה של נקודה פיסית במערכת ואינו מהווה מדידת־הספק באותה נקודה. אם נמדוד את הספק האות בנקודה כלשהי במערכת ביחידות מוחלטות (כגון dBm) ניתן ליחסו לרמות עומס ע"י ציון היחס לרמת התמסורת באותה הנקודה.

רמות־הספק יחסיות אלו מציינים עם סיומת 0. מכאן שהיחס בין dBm ל־dBm0 הוא:

$$dBm0 = dBm - dBr$$

בנוסף ל־dBm0 משתמשים בסיומת של 0 גם לציון הספק יחסי ב־dBmp ההופך ל־(dBm0p) וכן pW ההופך ל־pW0 ו־pWp ההופך ל־pW0p.

# השפעת הרעשים על תמסורת דיבור ונתונים באפיקי ריבוב־תדר (F.D.M) (חלק ב׳)

**הועדה המייעצת לקשר טלפון וטלגרף (CCITT) של ארגון התקשורת הבינלאומי (ITU) חיברה המלצות המגדירות את יעדי התכנון לרעש במערכות טלפון שלמות, ובחלקו זה של המאמר ניעזר בהמלצות אלו.**

**יעדי תכנון הרעש**

היעדים הנ״ל הוגדרו עבור מעגל ייחוס היפותטי (HRC — Hypothetical Reference Circuit) וזאת כדי לאפשר תכנון נאות של טיב התמסורת, על בסיס של השוואה בין המערכות שיש לתכנן לבין מעגל הייחוס.

במעגל מעשי הבנוי באותה צורה כמו מעגל הייחוס ההיפותטי, יהיה טיב התמסורת כמומלץ ע״י ה־CCITT עבור מעגל הייחוס.

ולהלן הגדרת מעגל הייחוס ההיפותטי:

״קשר מעגל ייחוס היפותטי מהווה מעגל טלפוני מושלם (בין קצוות של תדרי־שמע), המותקן על מערכת נושאים בין־לאומית היפותטית בעלת אורך מוגדר. המעגל מכיל מספר מוגדר של אפנונים ומיצוי־אפנון של קבוצות, על־קבוצות ואב־קבוצות, כאשר מספר התהליכים הנ״ל גדול באופן מתקבל על הדעת אבל אינו מספר התהליכים הגדול ביותר האפשרי.״ האורך המומלץ ע״י CCITT עבור מעגל ייחוס היפותטי הוא 2500 ק״מ. בדרך־כלל מוגדרים יעדי הרעש כ״ממוצע הרעש הפסופומטרי המשוקלל לשעה (ב־pW) המיוחס לנקודה של רמת אפס בתמ־סורת״. הספק הרעש המותר במעגל הייחוס ההיפותטי משמש בעיקר למתכנני ציוד או מערכות. טבלה 1 מציגה מעגלי ייחוס היפותטיים של CCITT.

**הרעש המותר במעגלים מעשיים**

כאשר מבנה המעגל אינו שונה במידה רבה מזה של מעגל הייחוס ההיפותטי, יש להשתדל לקבל את הממוצע לשעה של רמות הרעש בגבולות המצויינים בטבלה 1, בהתאם לאורך הממשי של המערכת. אם המעגל המעשי שונה במידה רבה ממעגל הייחוס ההיפותטי — אפשר להכניס הקלות מסויימות.

המערכת חייבת לעמוד במספר מגבלות בנוסף להספק הרעש הממוצע לשעה. מגבלות אלו מוגדרות כאחוז המקסימלי של רמת־רעש (הגבוהה יותר מרעש מעגל־הייחוס) המותר במשך חודש. דוגמאות של מגבלות־רעש שהוגדרו ע״י CCITT מופיעות בטבלה 2. הטבלאות מס׳ 1 ומס׳ 2 מגדירות גם גבולות של רעש־ממוצע־לשעה, המותר בציוד הקצה. CCITT מחלק גבולות אלה לערכי־רעש מותרים ברמות שונות של אפנון ומיצוי־אפנון (ראה טבלה 3).

**משתנים הניתנים למדידה**

להערכת איכות התמסורת נהוג למדוד משתנים נוספים, בדרך־כלל תוך־כדי מדידת הרעש. משתנים אלה הם:

- הספק הרעש באפיק בעל רוחב של 1.74 קה״צ (ערך המתאים לאפיק טלפון פסופומטרי משוקלל).
- יחס־האות־לרעש S/N (Signal to Noise Ratio)
- יחס הספק הרעש NPR (Noise Power Ratio)

ועתה נדון בכל אחד ממשתנים אלה בנפרד.

- **הספק הרעש באפיק של 1.74 קה״צ**

הספק הרעש של קטע ממעגל תמסורת הוא נתון משתנה בר־חשיבות בטכנולוגיה של מערכות נושאים. המדידות נעשות בתחום של 1.74 קה״צ (רוחבו של אפיק טלפון פסופומטרי משוקלל) המתייחס לרמת־הייחוס 0 והנמדד ב־pWop/Km ,pWop, או בתור רמת־הרעש ב־dBmop.

בהתאם להגדרת ה־CCITT, נמדד הספק־הרעש המותר לק״מ, בקו תמסורת שאורכו 2500 ק״מ (מעגל הייחוס ההיפותטי). בקצה הקו הזה לא יעלה הספק־הרעש על 10,000pWop כאשר 2500 pWop נגרמים על־ידי ציוד הק־צה ויתר ה־7500pWop נוצרים בקו התמסורת, לכן הספק־הרעש המותר עבור הקטע הוא:

$$\frac{7500\ \text{pWop}}{2500\ \text{Km}} = \frac{3\text{pWop}}{\text{Km}}$$

כאשר לא משודר אות־בדיקה במערכת הנבדקת, נמדד רק הרעש התרמי. אם מחסירים את הרעש התרמי מהרעש הכללי — מתקבל ההספק של רעש האפנון ההדדי. (יש לציין שהרעש הנוצר מאפנון הדדי הוא חלק ניכר מהרעש הכללי והוא תלוי ברמת עומס התנועה).

תכנון מערכות נושאים מסתמך על ערך נומינלי מוסכם, עבור הרמה הממוצעת המוחלטת של ההספק (הכולל את סכום זרמי האיתות והדיבור) בנקודת רמה יחסית אפס של אפיק של טלפון:

— רמת הספק ממוצע של איתות — $10\mu W$

— רמת הספק ממוצע של דיבור (מוכפל ב־0.25=a) — $88\mu W \times 0.25$

$$-15\text{dBmo} = 32\mu W$$

| המלצת CCITT | סוג הקו | מספר אפיקי טלפון | אורך הקו (ק"מ) | מספר קטעי התגברות | הספק הרעש הפסופומטרי הממוצע לשעה | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | הספק לק"מ של קו (pW/Km) | ס"ה רעש הקו (pW) | רעש ציוד הקצה (pW) | ס"ה (pW) |
| G 311 | כבל עילי | 12 + 12 | 2500 | 6 | 7 | 17500 | 2500 | 20000 |
| G 322 | כבל סימטרי | 120 | 2500 | 6 | 3 | 7500 | 2500 | 10000 |
| G 338 | כבל קואקסיאלי | 9600 | 2500 | 9 | 3 | 7500 | 2500 | 10000 |
| G 332 | כבל קואקסיאלי | 2700 | 2500 | 9 | 3 | 7500 | 2500 | 10000 |
| G 333 | כבל קואקסיאלי | 10800 | 2500 | 9 | 3 | 7500 | 2500 | 10000 |

**טבלה 1 — מעגלי ייחוס היפותטיים של CCITT.**

| סוג המערכת | כבל | כבל תת-ימי | שרשרת של 6 קטעים בינלאומיים | הערות |
|---|---|---|---|---|
| המעגל הטלפוני הנלקח בחשבון | מעגל 4-תילי לאומי ומעגלים בינלאומיים של 250 עד 2500 ק"מ. | מעגלים בין 2500 עד 25000 ק"מ. | | א. בכל המעגלים הרעש המקסימלי של ציוד הקצה הוא 2500 pW. |
| מעגל הייחוס ההיפותטי | 2500 ק"מ או דומה. | | שרשרת של כ-25000 ק"מ (מערכת תמסורת ריבוב-תדר לאומית). | ב. כאשר הרעש במעגל מעשי עולה על 40.000pW יש להשתמש בצרחבים (Companders). |
| הספק רעש פסופומטרי (ממוצע לשעה) | 3pW/Km | 1pW/Km | בערך 1.5pW/Km (עבור כל קטע שמעל ל-2500 ק"מ 1pW/Km) | |
| הספק רעש בלתי-משוקלל (% מהחודש בו אסור שהרעש יעלה על $10^6$pW כאשר זמן האינטגרציה הוא 5 מילי-שניות) | 0.01 | 0.01 | 0.01 | |

**טבלה 2 — דוגמאות של יעדי-רעש כלליים המומלצים ע"י CCITT למעגלי טלפון.**

(ε הוא "מקדם הפעילות" השווה ל-0.25 במערכות של 240 אפיקים או יותר, כפי שיוסבר להלן).

אם נסמן ב-N את מספר האפיקים הנומינלי במערכת, וב-n את מספר האפיקים הפעילים בו-זמנית (אפיק הינו פעיל רק כאשר הוא מעביר זרמי-דיבור או איתות וכאשר מרווחי-הזמן בין מלה למלה קצרים) — אזי מקדם הפעילות יינתן על-ידי היחס n/N (כמוסבר בטבלה 4 עבור מעגלים בעלי הסתברות-פעילות של 99%). לפי ציור 2 אפשר לקבוע את מקדם-הפעילות בקירוב, כפונקציה של מספר האפיקים במערכת.

עבור מערכות בעלות 240 אפיקים או יותר (תוך הסתברות-פעילות של 99% משעות-העומס) ניתנת רמת ההספק הממוצעת (בתחום התדרים הבסיסי המעביר דיבור) ע"י הנוסחא הבאה:

הספק ממוצע = $-15 + 10\log N$ dBmo

עבור מערכות בהן N קטן מ-240 אפיקים וגדול מ-12 אפיקים יהיה מקדם הפעילות גדול יותר ואז קיים חישוב מקוצר יותר של הקשר בין n ל-N והוא:

(1) $$10\log n = 8\log N - 0.4\ \text{dBmo}$$

כיון שרמת ההספק הממוצע של אפיק פעיל יכולה להחשב כ-98μW (השווה ל-10dBmo —) ניתן לחשב את רמת-ההספק בתחום תדרי-הבסיס של מערכת רבת-אפיקים בעלת n אפיקים פעילים לפי הנוסחא:

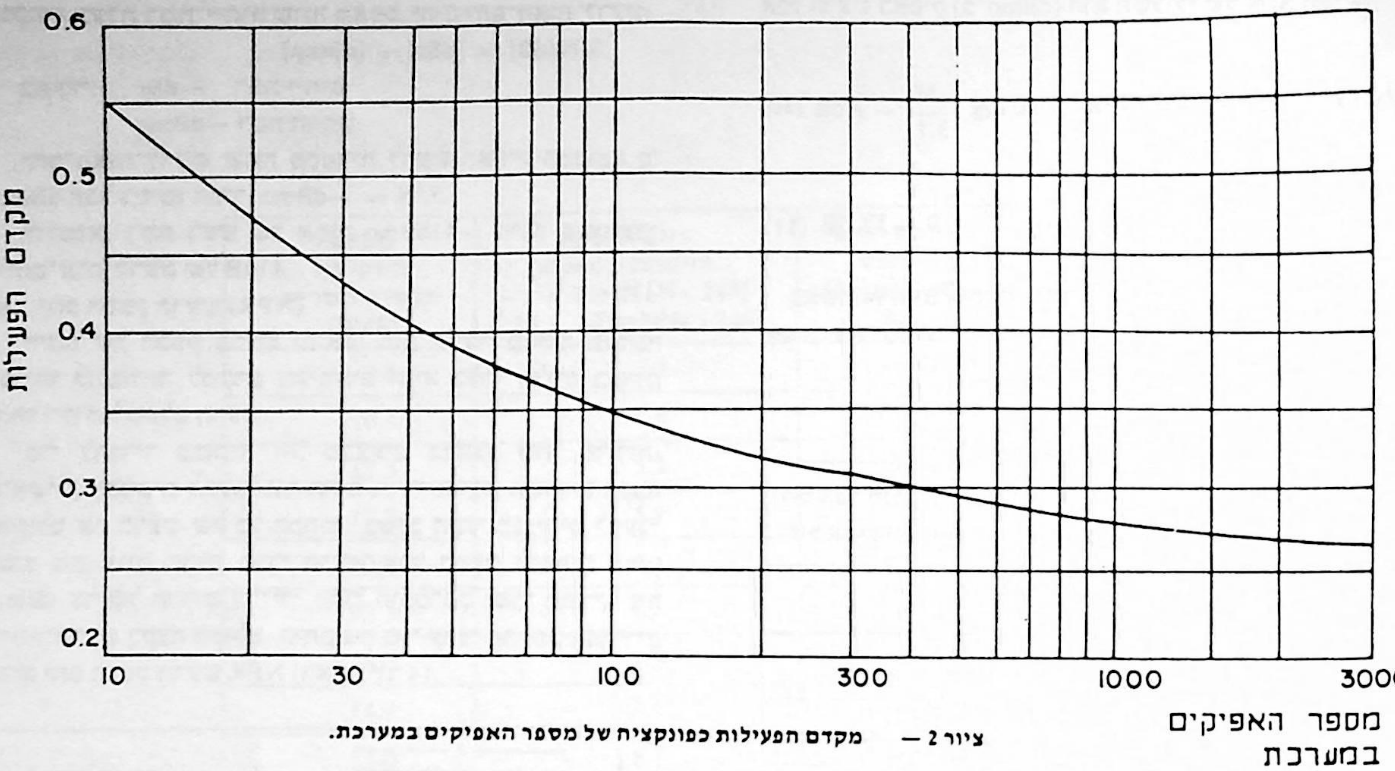
(2) הספק ממוצע של דיבור = $-10 + 10\log n$ dBmo

וכאשר נחבר את שתי הנוסחאות (1) וְ-(2) נקבל:

(3) הספק ממוצע של דיבור = $-10.4 + 8\log N$ dBmo

(עבור $240 > N > 12$ אפיקים והסתברות-פעילות של 99% בשעות-העומס).

בהעברת נתונים, כשמקדם הפעילות הוא 1 ותוך הנחה שרמת ההספק הממוצע היא 100μW עבור כל אפיק, מתקיים היחס




ציור 2 — מקדם הפעילות כפונקציה של מספר האפיקים במערכת.

(4) הספק ממוצע בהעברת נתונים = $-10 + \log N$ dBmO

כפי שכבר הוזכר, חלק ניכר מרעש המערכת נוצר מהאפנון ההדדי התלוי בעומס התנועה. חישוב הרעש הזה מתבסס על ההנחה שאפשר להשוות את מרכיבי האותות בשעת העומס לרעש אקראי בעל ספקטרום אחיד, הוא "הרעש הלבן". [המונח

| רמת הרעש מהאפנון עד לממצה של... | הרעש לזוג (pW) |
|---|---|
| אפיק | 400—200 |
| קבוצה | 100—60 |
| על־קבוצה | 100—60 |
| אב־קבוצה | 60—40 |
| אב־על־קבוצה | 60—40 |
| ריכוז של 15 על־קבוצות | 60—40 |

**טבלה 3 — חלוקת הרעש עבור ציוד האפנון לפי המלצות CCITT**

"רעש לבן" הוא מונח אנלוגי ל"אור לבן" בגלל רוחב תחום־התדרים שלו, והוא מנוגד למונח "רעש צבעוני" כגון הרעש במוליכים־למחצה].

אם N הוא מספר האפיקים במערכת, ממוצע־ההספק של "רעש לבן" בהעברת־דיבור יהיה:

(5) $-15 + 10 \log N$ dBmo : $240 \le N$ עבור

(6) $-1 + 4 \log N$ dBmo : $12 \le N < 240$ עבור

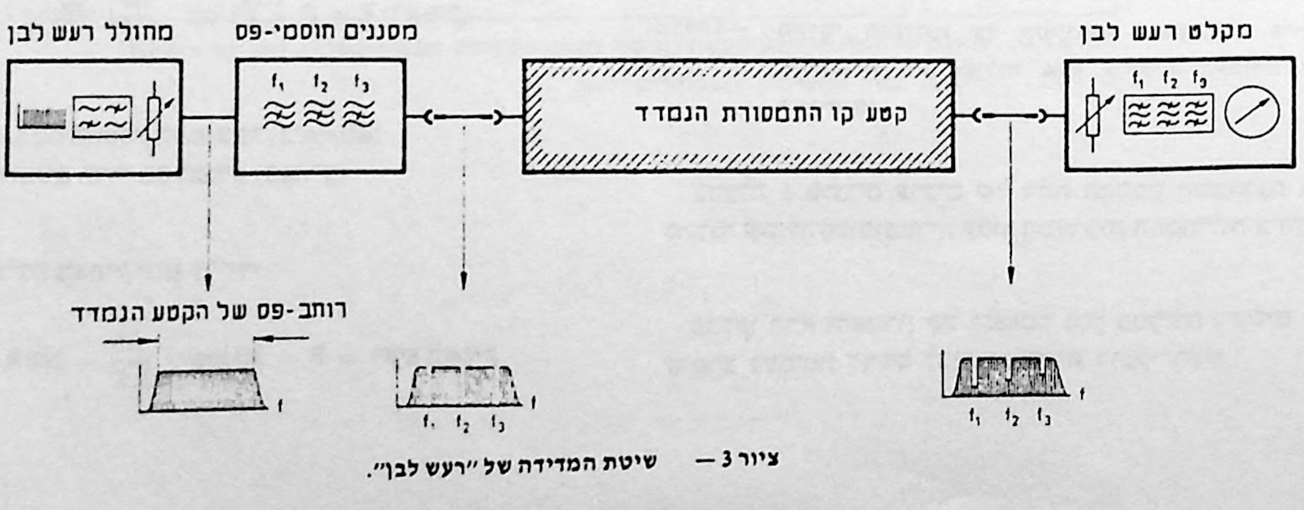
ובהעברת־נתונים יהיה ממוצע־ההספק של "רעש לבן":

(7) $-10 + 10 \log N$ dBmo : $12 < N$ עבור

הנוסחאות (5) (6) ו־(7) הן בשימוש בין־לאומי להגדרת רמת העומס הנומינלי של הרעש הלבן לפי המלצת ה־CCITT. מדידת הרעש הלבן מתוארת בציור 3.

- **יחס האות לרעש (S/N)**

יחס־האות־לרעש מבטא ב־dB את עצמת האות לעומת עצמת ורעש בנקודה מסוימת במעגל. כדי להגדיר את הגודל הזה יש לייחס את רמת הרעש הנמדד בתחום התדרים 1.74 קה"צ של אפיק הבדיקה לרמת הייחוס של אפס. אם המדידה נעשית




ציור 3 — שיטת המדידה של "רעש לבן".

בנקודה בעלת רמת־ייחוס שונה מאפס, יהיה יחס־האות־לרעש:

$$S/N\,[dB] = [dBr] - [dBmp]$$

כאשר: dBr – רמת ייחוס
dBmp – רמת הרעש

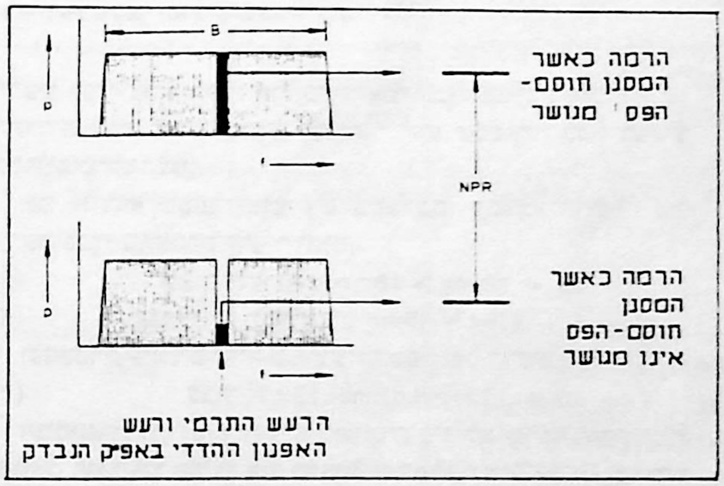
יחס־האות־לרעש שווה מספרית לרעש האפיק המבוטא ב־dBmo אבל בסימן הפוך: S/N = −dBmo.

לדוגמא: רמת רעש של אפיק 41dBmo− הינה שוות־ערך ליחס־אות־לרעש של 41dB.

- **יחס הספק הרעש (NPR)**

היחס של הספק הרעש (ב־dB) הוא יחידת־מדידה משתנה שניתן להשוותה למקדם העיוותים והיא בלתי־תלויה בתחום התדרים של מקלט הרעש.

כדי להגדיר משתנה זה, מבצעים במעגל שתי מדידות: ראשית, מכניסים למעגל את תחום תדרי־הרעש ומודדים בקצה הקולט את הרעש של כל התחום. בשלב השני מכניסים למעגל שוב את אותו תחום תדרי־הרעש אבל הפעם חוסמים חריץ (Slot) צר של תדרים על־ידי מסנן חוסם־פס ושוב מודדים את רמת־הרעש בקצה הקולט. היחס בין שני ערכי ההספק הנמדדים הוא יחס הספק הרעש NPR (ראה ציור 4).




ציור 4 — מדידת יחס־הספק־הרעש (NPR).

**הפיכה מ-NPR ל-S/N**

צפיפות הספק הרעש באפיק של 3.1 קה"צ (בגלל רמת ההס־פק הממוצעת) נתונה על־ידי הנוסחא:

$$P_{(\text{לאפיק})} = P - 10\log\frac{\Delta f}{3.1}\ \text{dBmo / אפיק} \quad (8)$$

כאשר:
P — רמת ההספק הממוצעת (ב־dBmo)
Δf — תחום תדרי פס הבסיס (בקה"צ)

והספק הרעש באפיק ינתן על־ידי:

$$\text{רעש באפיק} = P - 10\log\frac{\Delta f}{3.1} - \text{NPR dBm0} \quad (9)$$

אבל הרעש באפיק (ב־dBmo) הוא השלילי של S/N ומכאן:

$$S/N\,(\text{בלתי משוקלל}) = NPR + 10\log\frac{\Delta f}{3.1} - P\ dB \quad (10)$$

$$S/N\,(\text{משוקלל}) = NPR + 10\log\frac{\Delta f}{3.1} - P + W\ dB \quad (11)$$

כאשר W הינו מקדם השקלול הפסופומטרי לקשר טלפוני, השווה ל־2.5 ד"ב.

| המספר הנומינלי של אפיקים (N) | מספר האפיקים הפעילים (n) | מקדם הפעילות (n/N) |
|---|---|---|
| 12 | 7 | 0.583 |
| 24 | 11 | 0.458 |
| 36 | 15 | 0.417 |
| 60 | 23 | 0.383 |
| 120 | 41 | 0.342 |
| 240 | 76 | 0.317 |
| 300 | 93 | 0.310 |
| 600 | 175 | 0.292 |
| 900 | 256 | 0.284 |
| 960 | 272 | 0.283 |
| 1200 | 335 | 0.279 |
| 1260 | 351 | 0.279 |
| 1800 | 493 | 0.274 |
| 2700 | 728 | 0.270 |

טבלה 4 — מקדמי הפעילות של המערכות המקובלות ביותר (הסתברות של פעילות 99% משעות העבודה של האפיקים).

בטבלה 5 מוצגים ערכים של רמת ההספק הממוצעת ושל מקדמי שקילה פסופומטרית עבור המערכות המקובלות ביותר.

בחלקו הבא והאחרון של המאמר נדון במדידת רעשים תוך שימוש בעמיסת "רעש לבן" ובמדידת דופקי־רעש.

| מספר אפיקי הטלפון (N) | יחס רוחב הפס $(10\log \frac{\Delta f}{3.1} dB)$ | רמת ההספק הממוצעת (dBmo) $-1 + 4\log N [N < 240]$ $-15 + 10\log N [N > 240]$ | מקדם השקילה הפסופומטרית (WdB) |
|---|---|---|---|
| 12 | 11.9 | 3.3 | 8.6 |
| 24 | 14.9 | 4.5 | 10.4 |
| 36 | 16.7 | 5.2 | 11.5 |
| 48 | 17.9 | 5.7 | 12.2 |
| 60 | 18.9 | 6.1 | 12.8 |
| 72 | 19.7 | 6.4 | 13.3 |
| 120 | 22.0 | 7.3 | 14.7 |
| 132 | 22.4 | 7.5 | 14.9 |
| 192 | 24.1 | 8.1 | 16.0 |
| 240 | 25.1 | 8.8 | 16.3 |
| 252 | 25.3 | 9.0 | 16.3 |
| 300 | 26.0 | 9.8 | 16.2 |
| 432 | 27.6 | 11.4 | 16.2 |
| 600 | 29.1 | 12.8 | 16.3 |
| 612 | 29.2 | 12.9 | 16.3 |
| 792 | 30.2 | 14.0 | 16.2 |
| 900 | 30.8 | 14.5 | 16.3 |
| 960 | 31.1 | 14.8 | 16.3 |
| 972 | 31.2 | 14.9 | 16.3 |
| 1200 | 32.3 | 15.8 | 16.5 |
| 1260 | 32.5 | 16.0 | 16.5 |
| 1800 | 34.0 | 17.5 | 16.5 |
| 1872 | 34.2 | 17.7 | 16.5 |
| 2700 | 35.9 | 19.3 | 16.5 |

טבלה 5 — ערכים של רמת ההספק הממוצעת ושל מקדם השקילה הפסופומטרית להפיכה מ־NPR ל־S/N, עבור המערכות המקובלות ביותר.

# השפעת הרעשים על תמסורת דיבור ונתונים באפיקי ריבוב־תדר (F.D.M) (חלק ג׳)

**בשני חלקי המאמר הקודמים פירטנו את מקורות הרעשים השונים במערכות הטלפון המשתמשות באפיקי ריבוב ־תדר ואת המלצות ה־CCITT המגדירות את יעדי התכנון לרעש. בחלק זה נדון במדידת רעשים תוך שימוש בעמיסת ״רעש לבן״ וכן במדידת דופקי־רעש.**

**מדידות המשתמשות בעמיסת ״רעש לבן״**

מדידות המשתמשות בעמיסת ״רעש לבן״ מיועדות למדידת רעש תרמי ורעש אפנון הדדי וכן למדידת ערב־דיבור.

כאשר מעמיסים את התחום התדרים הבסיסי ב״רעש לבן״ על־מנת לדמות תנועה נורמלית, יש צורך למדוד את עיוותי הרעש התוצאתי. טכניקות המדידה מבוססות על הכנסת מספר מסננים חוסמי־פס בתחום התדרים של ה״רעש הלבן״. המסננים מוכנסים אחד אחרי השני עבור כל רוחב־פס של האפיק הנמדד וע״י כך נוצרים אפיקים ״שקטים״ במבוא למערכת, ההופכים ל״רועשים״ הודות לרעש התרמי ורעש האפנון ההדדי העוברים במערכת.

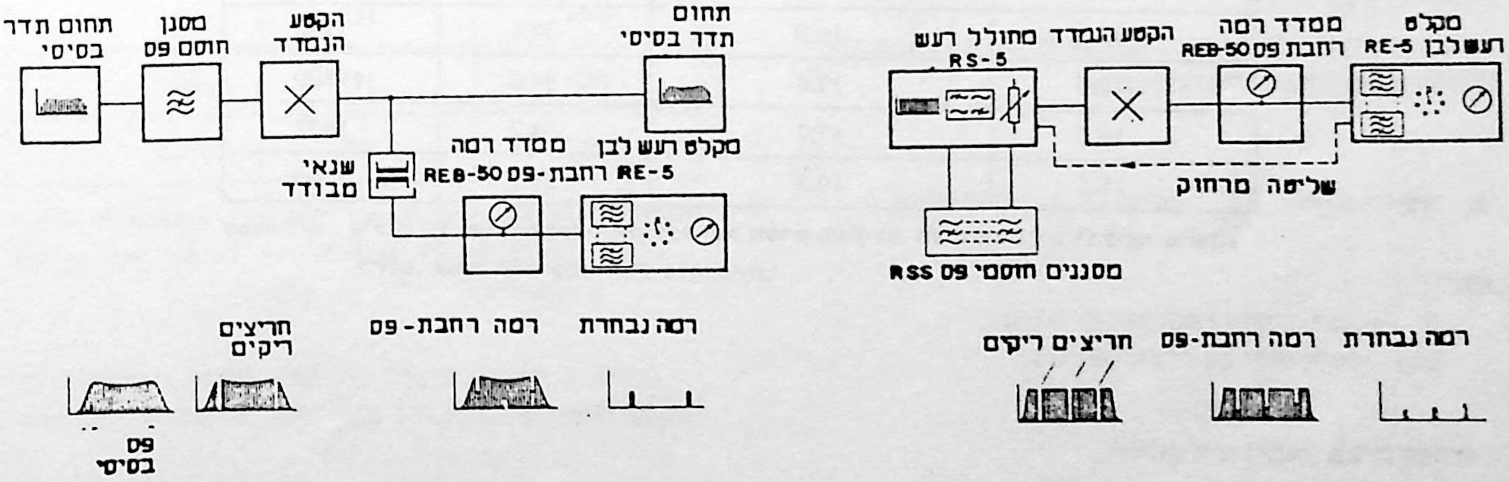
במוצא המערכת נמצא מקלט ״רעש לבן״ צר־פס, המכוון לתדר של המסנן חוסם־הפס, וכך ניתן למדוד את הרעש והעיוות בחריץ (slot) השקט. התדרים של המסננים חוסמי־הפס ושל האפיקים למדידת הרעש נקבעים ע״י גופים בין־לאומיים.

השימוש הרחב ביותר של מדידה באמצעות ״רעש לבן״ הוא בין תחום תדרים בסיסי אחד למשנהו, עבור מערכת הפועלת בין שתי נקודות A ו־ B.

קיימות שתי טכניקות מדידה בשיטה זו:

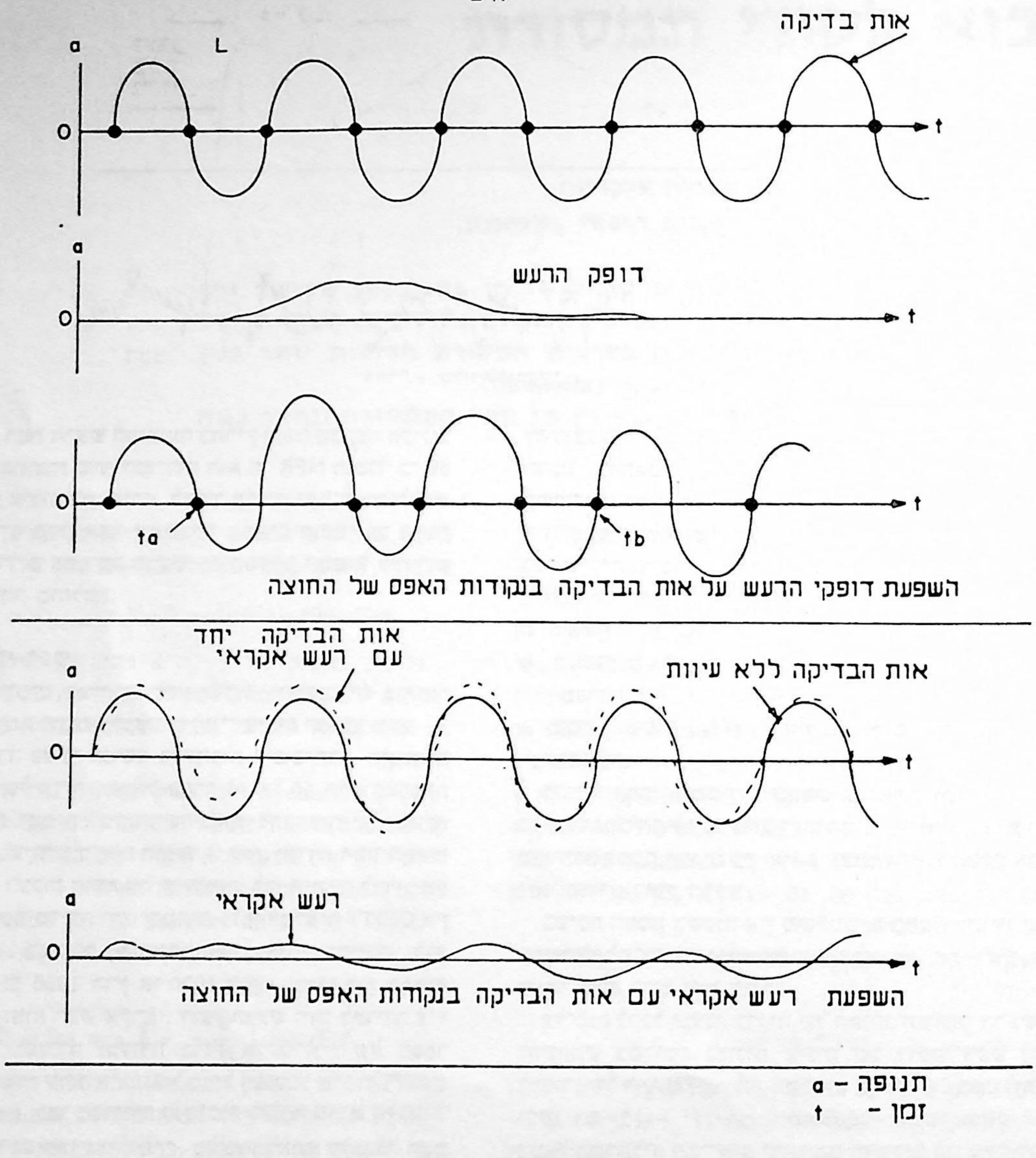
- **הטכניקה הראשונה** דורשת שתי מערכות מכשירי־מדידה של ״רעש לבן״, אחת לכל קצה של המערכת וכן גם שני מפעילים. הכיוון A ל־B נבדק ע״י מחולל A ומקלט B והכיוון B ל־A נבדק ע״י מחולל B ומקלט A. לטכניקה זו נחוץ קו לפיקוח, אשר אינו חלק מהמערכת הנבדקת.
- **הטכניקה השנייה** (הידועה בשם טכניקת ״העניבה״) דורשת רק מכשיר אחד למדידת הרעש וכן רק מפעיל אחד. המוצא מפס התדרים הבסיסי בנקודה B מחובר ישירות לפס התדרים הבסיסי במבוא בחיבור ״עניבה״. מקלט הרעש בנקודה A מודד את כל התופעות של המערכת מכיוון A ל־B ולהיפך. לאיתור תקלות בשעת אחזקה עדיף לבצע בדיקות נפרדות בשני הכיוונים. באחזקה שוטפת אין השיטה למדידה באמצעות ״רעש לבן״ מתאימה, וזאת בגלל העובדה שמדידה כזו דורשת את העברת שיחות הטלפון באפיק רזרבי פנוי.

קיימות המלצות בין־לאומיות לטכניקות של מדידת־רעש, המוכרות בשם ״בדיקה מחוץ לפס תדרים״. טכניקות אלו מאפשרות בדיקה בשעת פעולת המערכת והן משתמשות באפיק




(א) (ב)

ציור 5 — (א) שיטת מדידה בתוך פס־תדרים.
(ב) שיטת מדידה מחוץ לפס־תדרים.



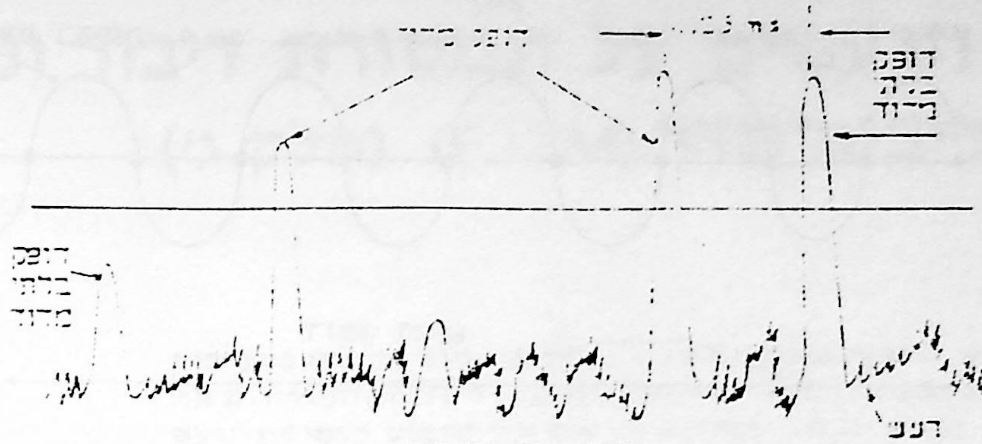

**ציור 6 — השפעת הרעש על מדידת רטט־תמופע.**

מדידה בעל תדר של כ־10% מחוץ לתחום התדר הבסיסי. כשאפיק מדידה זה נמצא מעל לתדר הבסיסי, תהיה המדידה יותר רגישה לשינויים ברעש תרמי ורעש אפנון הדדי, וכשהאפיק נמצא בתחום יותר נמוך מהפס הבסיסי, תהיה המדידה רגישה יותר לשינויים ברעש של אפנון.

ישנם יצרנים שונים של מערכות־מדידה ברעש לבן. אחת מהן היא חברת Wandel and Golterman שמכשיריה הידועים ביותר הם RK-5 ו־RK-50. ציור 5 מתאר את שיטת המדידה בתחום התדרים הבסיסי ומחוצה לו.

הרעש הלבן, שרוחב תחומו מתאים לתחום התדרים הבסיסי של מערכת התמסורת, מדמה את עומס התנועה של המערכת.

כאשר אחד או כמה מסננים חוסמי־פס צרים מחוברים במוצא המקור של הרעש, מתקבלים תנאים דומים לאלה של מערכת עמוסה לגמרי, אבל עם אפיק אחד או יותר שאינם בפעולה. ההספק בחריצים עקב הרעש התרמי ורעש האפנון ההדדי של המערכת, נמדד במוצא המערכת הנבדקת בעזרת מקלט סלקטיבי. יחס רמת ההספק (NPR) מהווה הפרש בין רמות קליטה ב־ dB עם המסננים חוסמי־הפס (כשהם מחוברים או מופסקים) במעגל של המוצא מהמחולל. למדידת גודל זה יש צורך לגשר תחילה את המסננים חוסמי־הפס ואז מפעילים את המערכת הנבדקת בעזרת המחולל. רמת ההספק נמדדת במקלט, מחברים את המסנן חוסם־הפס במבוא המערכת הנבדקת



ציור 7 — מדידת דופקי־רעש.

ומודדים את רמת הרעש המופיעה בחריץ (slot) שבקצה הקולט. ההפרש בין תוצאות שתי המדידות הוא ה־ NPR הנמדד ב־ dB והמשקף את איכות התמסורת. לצורך מדידת יחס־האות־לרעש (S/N) מחברים מסנן אחד או מספר מסננים חוסמי־פס בקצה המחולל ומודדים את רמת הרעש עם המקלט המכויל ביחידות הספק של רמה מוחלטת.

### מדידת דופקי-רעש

ביחס למהדמים בעלי מהירות גדולה (המקובלים במיוחד בארה״ב) קיימת מודעות לבעיה של אי־יציבות המופע (רטט — jitter) שמקורה בציוד הנושא במערכות ריבוב־תדר. תופעה זו היא תוצאה של אדוָה (ripple) בתדר 50 או 60 הרץ באספקת הזרם. מדידת רטט־המופע רגישה מאד להפרעות של הרעש. כפי שנראה מציור 6 קיימת תופעה זו עקב מדידת רטט־המופע בנקודות בהן העקום חוצה את קו האפס, לכן חייבים למדוד את רעש הרקע לפני מדידת רטט־המופע. (לפי המלצות CCITT אין בכלל הכרח במדידת רטט־המופע). אות הבדיקה הוא סינוסואידלי בן 1000 הרץ או 1020 הרץ; הרעש הוא בתחום תדרי־השמע והוא רעש אקראי. דופק הרעש ניתן למדידה ע״י קביעת גבול וספירה (בעזרת מונה אלקטרוני) של מספר הפעמים בו האות עובר את הגבול הנ״ל (שנקבע ע״י ה־CCITT כ־21 dBmo—). **כמו במדידות הנערכות בעזרת מונים אלקטרו־**מכניים, קיים גם כאן זמן ״מת״; כלומר, לאחר שהמונה רשם פעולה מסוימת, עובר פרק זמן מסוים עד שמדידה שנייה יכולה להתבצע (125±25 מילי־שניות). בציור 7 נראית מדידת דופקי־הרעש. בהתאם להמלצות ה־CCITT ממוקמים שני מסננים משוקללים לפני גלאי הגבול. יש לציין שהמסנן שניתן לבחירה אינו גורם לניחות של המרכיבים העיקריים בתדרים הנמוכים, כפי שקורה במסנן רגיל (ציור 8).

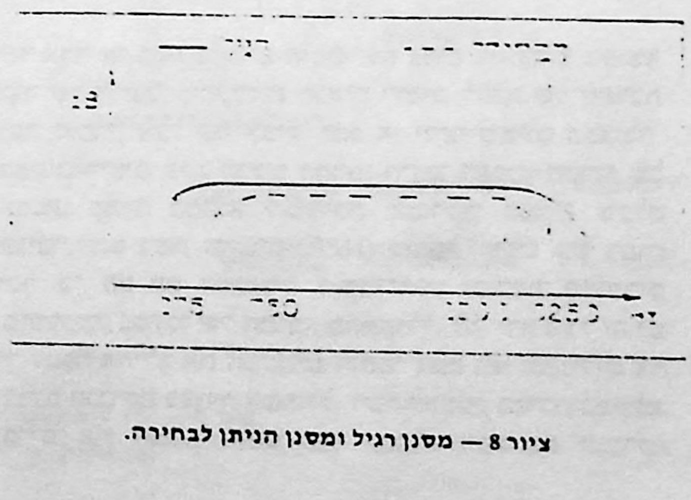
למדידת רעש הדופק קיימות שתי שיטות (במכשיר 3771A של Hewlett Packard):

- **במסנן משונן** (Notch) — אות המדידה נשלח למעגל הנבדק.
- **במסנן שטוח** (Flat) — אין מעבירים אות־מדידה במעגל המדידה.

בשיטת המסנן המשונן משתמשים כאשר נמדדים בו־זמנית כל המשתנים החולפים, כולל רעש הדופק. שיטת המסנן המשונן מתייחסת למסנן תדרים בין 995 ל־1025 הרץ, המסלק את האות לפני מדידת דופק הרעש.

בשיטת המסנן השטוח אין משתמשים במסנן משונן אבל אין אפשרות למדוד משתנים אחרים אלא רק את רעש הדופק, מאחר שלא קיים אות בדיקה.

על־מנת לקבל תמונה ברורה של התנהגות דופק־הרעש, כדאי להשתמש בשלושה גבולות שונים של דופקי־רעש (בהתאם למבנהו של ה־3771A). לפי המלצות ה־CCITT הגבולות המוג־דרים הם: 15—, 21— ו־25dBmo— (כש־21dBmo— הוא הגבול הנורמלי). הקריאות יראו אם הדפקים הם מעל לגבול זה או מתחתיו.



**ציור 8 — מסנן רגיל ומסנן הניתן לבחירה.**

# מבוא לקודי תמסורת

**לתקשורת הספרתית שתי מטרות עיקריות:**
- **קליטת המסר המשודר כשהוא חופשי משגיאות.**
- **מהירות גבוהה.**

**שני יעדים אלה דורשים פתרונות שונים — הן בטכניקות הקידוד והן באפנון, וברוב המקרים יש צורך לפשר בין הפתרונות השונים. חשיבותו של הקידוד עולה ככל שאנו משתמשים בשיטות תקשורת חדישות יותר כגון תמסורת־נתונים או עיבוד מפולג (Distributed Processing).**

**במאמר זה נתאר את התכונות הבסיסיות של קודי התמסורת ונתאר כמה מהקודים השימושיים ביותר.**

להלן נפרט מספר תכונות בסיסיות של קודי־תמסורת.

**מהירות האיתות ויחס־האות־לרעש**

עובדה בסיסית בתקשורת הספרתית הוא המספר המוגבל של סימולים (Symbols) אשר בשימוש. במידע בינרי דרושים רק שני סימולים (סיביות — Bits) 1 או 0. לעתים מצרפים מספר סיביות ל"מלים" או ל"תבניות־סיביות": "מלה" בת 4 סיביות מכונה Nibble ואילו "מלה" בת 8 סיביות נקראת Byte. בשיטה זו של שני סימולים, מגדירה כל סיבית אחד משני מצבים ("כן" או "לא", "תו" או "רווח" וכו') ואילו בשיטה של 4 סימולים (לדוגמא 0, 1, 2 ו־3) מגדיר כל סימול אחד מתוך 4 מצבים, כאשר ניתן להגדיר את אותם המצבים גם על־ידי שתי סיביות לכל מצב (כגון 00, 01, 10, 11 וכו') ואז יהיה תוכן המידע בן שתי סיביות.

ב"אלף־בית" המורכב מ־m סימולים יהיה תוכן המידע של כל סימול

$$I_m = \log_2{}^m \text{ bits}$$

כלומר: ניתן לייצג כל אחד מ־m הסימולים על־ידי סדרה של I סיביות, כאשר הוא מספר שלם השווה ל־$I_m$ או גדול ממנו.

סדרה של n סיביות מגדירה אחד מתוך $2^n$ מצבים. על המקלט להחליט איזה סימול שודר וטיב הקליטה ייקבע עם ההסתברות של קבלת ההחלטה הנכונה.

כאשר קיים באפיק־התמסורת גם רעש, ניתן לגלות אות בינרי באופן קל ומדויק יותר מאשר אות רב־סימולים, לכן התמסורת הבינרית היא השיטה האידיאלית להשגת שיעורי־שגיאות נמוכים. מאידך, תוכן המידע של כל סימול יגדל אם נגדיל את מספר הסימולים במערכת, ומערכות רבות־סימולים מעבירות יותר מידע ביחידת־זמן וברוחב־פס נתון של אפיק, מאשר מערכות בינריות.

על־פי Nyquist, מהירות האיתות המקסימלית באפיק (הנמדדת בבאוד — Bauds) היא כפולה מרוחב־הפס:

$$R_{Baud} = 2 \times Bw$$

כאשר $R_{Baud}$ הינו מספר הסימולים (יסודות הקוד) בשנייה.

מאחר שכל סימול נושא $\log_2{}^m$ סיביות של מידע, נושא אפיק סינכרוני, הפועל במהירות של Nyquist, תוכן של

$$R_{Bit} = R_{Baud} \times \log_2{}^m = 2Bw\ \log_2{}^m \text{Bits/Sec}$$

כלומר, באפיק של 3 קה"צ רוחב־פס מוגבלת מהירות האיתות ל־6 קילו־סביות לשנייה (עבור מערכת בינרית) או ל־12 קילו־סביות לשנייה (עבור מערכת בת 4 סימולים) וכן הלאה...

אפיק של Nyquist הינו אפיק אידיאלי בעל היענות־תנופה קבועה ובעל היענות־מופע ליניארית, ללא רעש וללא עיוותים; אולם לאפיקים ממשיים אין אופיינים כאלה, לכן בהם נחרץ להקטין במידת־מה את מהירות האיתות.

בשנת 1949 הראה C. E. Shannon שמהירות הסיביות המקסימלית C, האפשרית ברוחב־פס Bw ללא שגיאות, נתונה על־ידי המשוואה הבאה:

$$C = Bw\ \log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right) \text{Bits/Sec}$$

כאשר S הוא ההספק הממוצע של האות ו־N הוא ההספק הממוצע של הרעש (תוך הנחה שהרעש הוא בפילוג גאוס). ניתן לשנות את המשוואה כדי לחשב את היחס המינימלי של האות לרעש, כאשר משדרים במהירות של Nyquist ($C = R_{Bits}$):

$$\frac{S}{N} = 2^{C/Bw} - 1 = 2^{2\log_2{}^m} - 1$$

כאמור, כדי להשיג מהירות־שידור גבוהה יותר, יש להשתמש במערכות רבות־סימולים (רבות־רמות) ולהגדיל את יחס האות לרעש, מאידך, באפיק רועש יש להגביל את מספר הרמות כדי לא לקבל שיעור־שגיאות גבוה מדי.

תכונה חשובה של קוד תמסורת מעשי היא התפשטות־שגיאות מוגבלת, כלומר, שגיאת־תמסורת בודדת אסור שתגרום במקלט לשגיאות נוספות הנובעות ממנה. כמו־כן דרוש ערך נמוך ככל־האפשר של גורם הרחבת השגיאות (Error Extension Factor) כלומר, היחס של השגיאות הבינריות שלאחר הפענוח, כלפי שגיאות התמסורת הספרתית.

**יתירות (Redundancy)**

תכונה חשובה של קוד־תמסורת היא האפשרות לגלות שגיאות ע״י יתירות. עבור קבוצה של k סיביות (במסר המהווה את ״המידע״) כמות המסרים אותם ניתן לשדר במערכת בינרית היא $2^k$. אולם בנוסף ל־k סיביות־המסר דרושה קבוצה של $\ell$ סיביות־ביקורת (כאשר $\ell$ היא פונקציה של k). הגוש השלם מורכב אפוא מ־$n=k+\ell$ סיביות. מאחר שסיביות־הביקורת $\ell$ הוגדרו במלואן ע״י סיביות־המסר k ואינן מוסרות מידע חדש — לכן הן נקראות ״מידע יתיר״ (Redundant Information). $2^k$ המסרים השונים נקראים ״מילות קוד״, והקוד עצמו הוא אוסף של כל מילות הקוד המשודרות.

שיעור המידע של קוד ניתן ע״י

$$R = \frac{k}{n}$$

והוא מציין את אותו חלק של הסיביות המשודרות הנושא מידע חדש. ניתן לבחור את סיביות הביקורת כך שהמקלט יגלה חלק מסוים מהשגיאות ויתקן חלק מהשגיאות שהוא מגלה.

בקוד בעל יתירות לא משתמשים בכל הקיבולת האפשרית להעברת מידע. יתירות נמוכה (למשל 20%) מצריכה ציוד מורכב, והציוד יכול להיות פחות מורכב ככל שעולה היתירות.

**יעילות התמסורת**

הקודים במבוא־המערכת ובמוצאה אינם חייבים להיות בעלי אותו אורך. בדרך־כלל קוד השידור צריך להיות ״ארוך יותר״ מאות המבוא, כדי להקנות לתמסורת את התכונות הרצויות, אולם כל תוספת כזו באורך הקוד מהווה הפסד ביעילות. כדי למדוד את יעילות התמסורת, נערכת השוואה בין קיבולת המידע (Entropy) של מוצא המערכת לבין קודי המבוא (הבסיס התיאורטי להשוואה זו פותח ע״י Shannon). אם בכל מרווח־זמן קיים קוד המורכב מאחד מתוך m סימולים, ואם $p_i$ היא הסתברות ההופעה של הסימול ה־i, אזי שיעור התמסורת הוא:

$$H = \sum_{i=1}^{m} p_i \log_2 \frac{1}{p_i} \text{Bits/Symbol}$$

אם למבוא של מקודד התמסורת מגיע אות בשיעור של $S_1$ סימולים לשנייה, הרי המידע הכולל של האות הוא

$$C_1 = S_1 \sum_{i=1}^{m} p_i \log_2 \frac{1}{p_i} \text{Bits/Sec}$$

ואם קוד המוצא המתאים כולל $S_2$ סימולים לשנייה (כאשר כל סימול הינו אחד מתוך n סימולים, עם הסתברות $q_i$ להופעתו של הסימול ה־i) הרי הקיבולת האפשרית של הקוד תהיה

$$C_2 = S_2 \sum_{i=1}^{n} q_i \log_2 \frac{1}{q_i} \text{Bits/Sec}$$

ויעילות התמסורת תהיה:

$$\eta = \frac{C_1}{C_2}$$

**אי-תלות של רצף הסביות**

זוהי תכונה רצויה מאוד בתמסורתו הספרתית של קוד, אשר מבטיחה שסדרה בינרית כלשהי תועבר ללא פגיעה בטיב התמסורת.

**שקיפות הקוד ופענוח חד-ערכי**

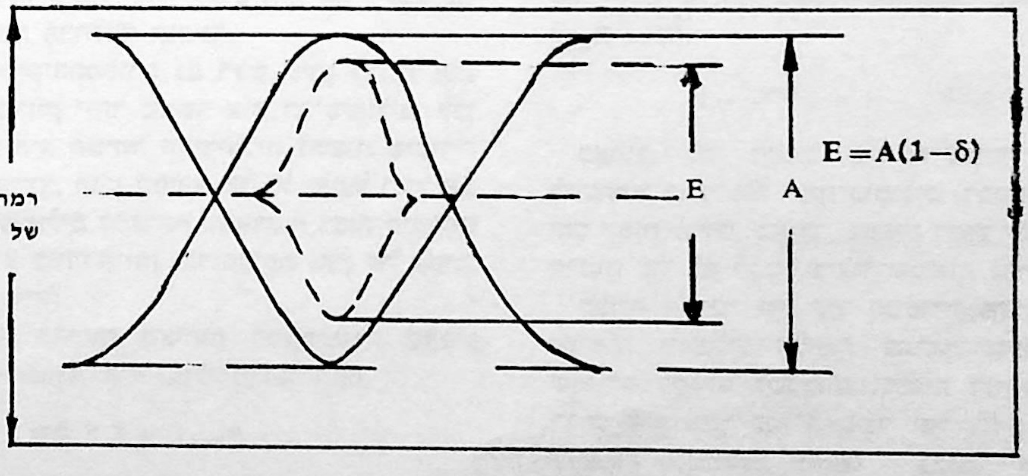
כדי לא להטיל הגבלות על תוכן המסר המשודר, חייב הקוד להיות שקוף. במקרה של אות בינרי, למשל, פירוש הדבר הוא שכל סדרה שהיא של תוים תוכל להימסר לציוד הקידוד ותועבר בנאמנות.

הפענוח החד־ערכי מבטיח שכל מילת־קוד תפוענח במקלט בדרך אחת ויחידה בלבד.

**סיכום התכונות**

קיימות עוד תכונות שונות כגון ספקטרום האנרגייה היעיל או כמות המידע לפי עיתוי (Timing), לפי רמת־האות או לפי המסגרת. החשיבות היחסית של תכונות אלו שונה לגבי מערכות שונות.

אפשר לקבל מושג טוב על טיב התמסורת אם בודקים את




ציור 1 — תרשים של ״תבנית עין.״

צורת־הגל של האות במשקף־תנודות המופטר (Triggered) ע״י מהירות הסיביות. צורת־הגל המופיעה על המרקע דומה לעין ואף מכונה "תבנית־העין". מעניין במיוחד המיפתח (Aperture) של העין, שהיא הגבול הפנימי של כל צורות־הגל האפשריות. ככל שהמיפתח קטן יותר — גדלה הסתברות השגיאות. תמסורת חופשית מושגת כאשר הרעש אינו מספיק לגרום לכך שברגע הדגימה תהיה צורת הגל בצד הלא־נכון של רמת הקיטוע (Slicing), לכן, עבור מיפתח־עין E, תנופת־השיא של הרעש אינה צריכה לעלות על E/2. ציור 1 מביא תרשים של עין אידיאלית עבור מהדר בינרי בעל תנופה A (משיא־לשיא), אולם בגלל הליקויים במהדר ממשי, יתקבל מיפתח־עין שיהיה קטן בשיעור δA מהמקסימום האפשרי. המיפתח הממשי המופחת מתואר בציור בקו מרוסק.

כאשר מגדילים את בסיס הקוד (למשל, עוברים מקוד בינרי לקוד טֶרנרי) קטנים מיפתח־העין המקסימלי והאפיצות δ לסגירת־העין.

## קודי תמסורת שימושיים

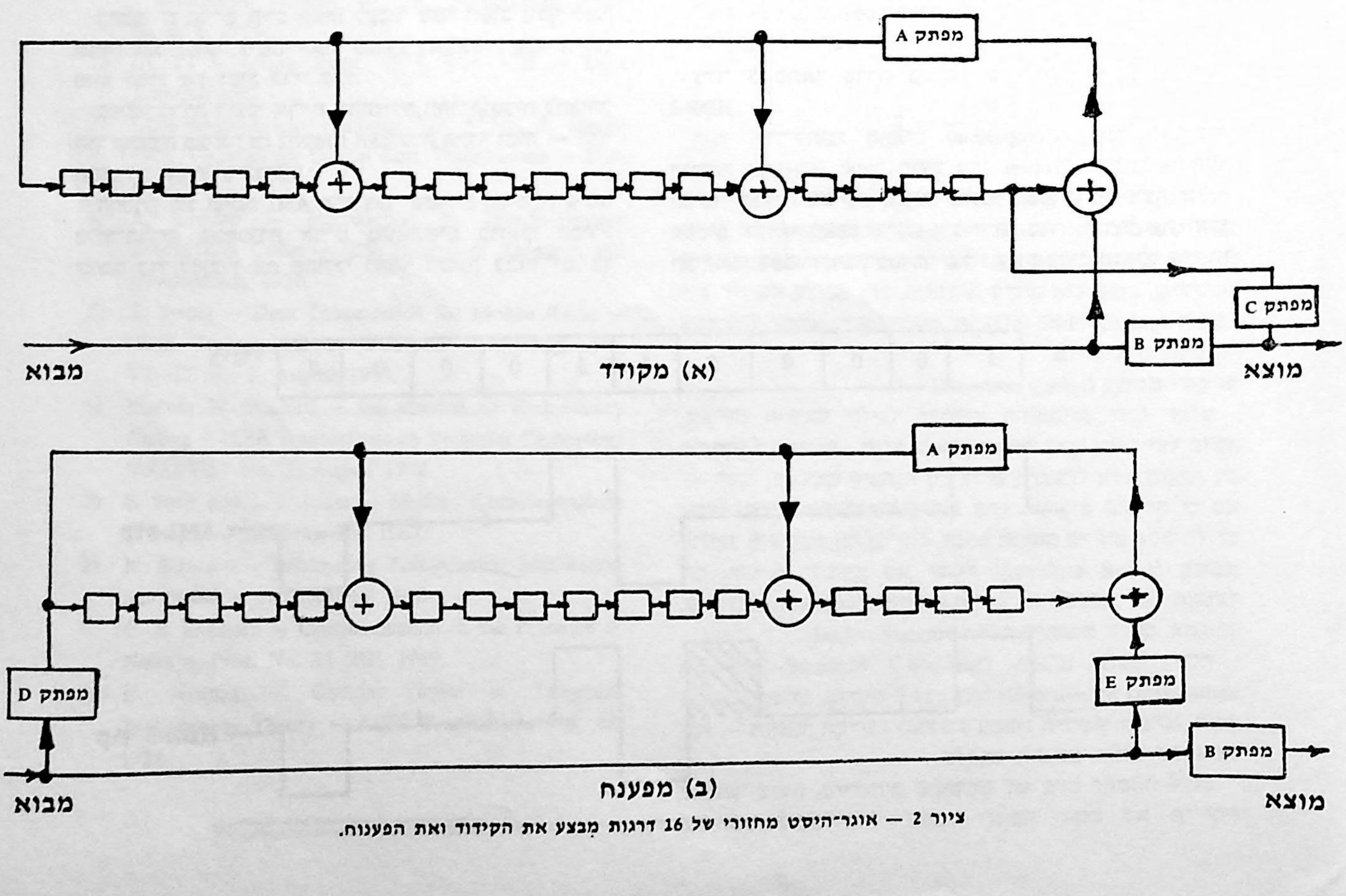
מספר רב של קודי תמסורת הומצאו והוצעו לשימוש (ראה מקור מס׳ 1), אולם רק מעטים מהם מנוצלים במערכות מעשיות. להלן נתאר אחדים מקודי התמסורת הנפוצים ביותר:

### ★ קודים בינריים

בסוג הכללי של קודים בינריים מומר גוש של n ספרות ממֶסר־התמסורת, לגוש חדש של m ספרות־תמסורת, כאשר $m > n$, ומתוך $2^m$ התוים האפשריים $2^m - 2^n$ לא ינוצלו כמסרים אלא כאותות־שירות. דוגמא של קוד כזה הוא הקוד הבינרי $V_{41}$ של CCITT (מקור מס׳ 2) המסוגל לגלות ולתקן שגיאות. למעשה זהו קוד גושי בו סיביות המסר והשירות ביחד מתאימות למקדמיו של פולינום־מסר שאבריו יורדים מ־$x^{n-1}$ ועד ל־$x^{16}$ (כאשר n הינו מספר הסיביות הכולל בגוש או בסדרה). הפולינום מחולק (על־פי מודולוס 2) ע״י הפולינום המחולל $x^{16}+x^{12}+x^5+1$. סיביות הביקורת מתאימות למקדמי־האברים $x^{15}$ עד $x^0$ בפולינום־השארית המתקבל כתוצאה מחילוק זה. הגוש המלא (סיביות המידע, השירות והביקורת) מתאים למקדמיו של פולינום המתחלק (על־פי מודולוס 2) ללא שארית ע״י הפולינום המחולל.

במשדר עוברות סיביות המידע והשירות תהליך קידוד שהינו שוה־ערך לחילוק בפולינום המחולל. השארית המתקבלת מועברת לקו מיד לאחר סיביות המידע, החל בסיביות מהסדר הגבוה ביותר.

במקלט עובר הגוש הנכנס תהליך פענוח שהינו שוה־ערך לחילוק בפולינום המחולל, ובהיעדר שגיאות תהיה השארית אפס. שארית כלשהי מצביעה על היווצרותן של שגיאות.




ציור 2 — אוגר־היסט מחזורי של 16 דרגות מְבצע את הקידוד ואת הפענוח.

תהליך זה מבוצע ע"י אוגר־היסט (Shift Register) מחזורי של 16 דרגות עם מפתקי־משוב (Feedback Gates) מתאימים (ראה ציור 2). האוגר מאופס לפני שמתחילים לעבד כל גוש; אחרי שעובר הגוש במקלט, מראה מצב האיפוס שהקליטה היתה חופשית משגיאות. זוהי שיטה פשוטה לגילוי שגיאות ותיקונן בתחנה הקולטת

**★ קוד טרנרי**

לקודים הבינריים מגרעת בכך שהם מגדילים את שיעור סימולי הקוד, דבר המשפיע על המערכת הכוללת. כדי למנוע זאת, ובמיוחד בתמסורת אד"מ (PCM), פותח ב־Bell Telephone Laboratories קוד דו־קוטבי (Bipolar). לקוד זה שלושה מצבים אפשריים: רמה חיובית (+), רמה שלילית (—) ורמת אפס (0) וזאת על־אף שהאות הוא למעשה אות בינרי, כי הדופק החיובי והדופק השלילי שניהם מסמנים תו (Mark) ואילו האפס הינו רווח (Space). לכן קוד זה הינו דמוי־טרנרי (Pseudo-Ternary) ויש בו היפוך־תוים לסירוגין (— AMI Alternate Mark Inversion). האפסים הבינריים משודרים כאפסים טרנריים, בעוד שספרות ה־1 הבינריות משודרות לסירוגין כתוים חיוביים ושליליים.

ניתן לבצע בקוד זה ביקורת־שגיאות ע"י בדיקה אם קיימת פגיעה בקוד. אם תו ששודר נקלט כאפס, או אפס ששודר נקלט כתו — הרי שני תוים רצופים יהיו בעלי קוטביות זהה — דבר שהוא עבירה על כללי התרגום של קוד AMI ופירושו שיש שגיאה.

בתמסורת אד"מ חייב האות לעבור צעד חשוב נוסף לפני שניתן לצמדו לקו. צימוד האות מבוצע באמצעות שנאים, לכן נחוץ לסלק את רכיב הז"י שלו.

הפיכת סדרת דופקי אד"מ מהתצורה החד־קוטבית לתצורה הדו־קוטבית מביאה גם להקטנת האנרגייה בתדר גבוה — דבר המצמצם את ערב־הדיבור.

החסרון של שיטת AMI הוא בכך שסדרת הסיביות איננה בלתי־תלויה. בתמסורת אד"מ משתמשים בדופקי המידע עצמם כדי לסנכרן את מחוללי דופקי השעון במהדרים, כך שסדרת אפסים ארוכה תשאיר את מחוללי השעון ללא סינכרון וייגרם טריד (Drift) העלול להביא לפעולה בלתי־תקינה של המערכת. כדי למנוע זאת פותחו קודים שונים מ־AMI.

קוד אחד כזה, בעל שימוש רב, שהומלץ גם ע"י CCITT (המלצה 703) הינו קוד דו־קוטבי בצפיפות גבוהה הנקרא HDB-3 (HDB — High Density Bipolar). מטרתם של קודים מסוג HDB ו־CHDB (C — Compatible) היא להגביל את מספר האפסים בסדרה כלשהי, למשל, בקוד HDB-3 מוגבל מספר האפסים העוקבים לשלושה. אפסים נוספים מוחלפים בדפקים, אולם לפי כלל מסוים המבטיח שהמקלט יזהה דופק כזה כתחליף לאפס ולא כדופק־קוד, דבר המושג ע"י בחירת קוטביות הדופק כך שתופר תצורת הקוטביות המתחלפת.

אפשר לסכם את הכנסת דופקי־התחליף כך:

— האפס הראשון המופיע אחרי תו מוחלף בדופק, אם התו שקדם לאפס הוא בעל אותה קוטביות כמו "דופק ההפרה" האחרון. במקרה זה תהיה הקוטביות של דופק התחליף הפוכה לקוטביות של התו שקדם לו.

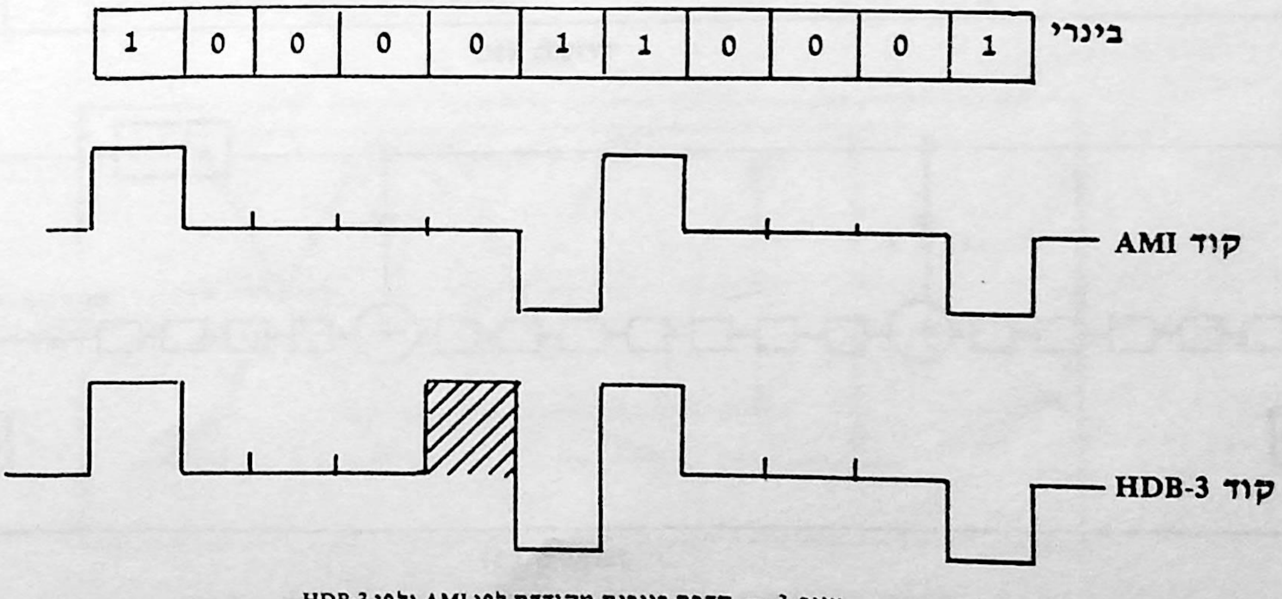
— האפס הראשון המופיע אחרי תו אינו מוחלף, אם התו שקדם לו הוא בעל קוטביות הפוכה לזו של "דופק ההפרה" האחרון.

— האפס האחרון בסדרה של 4 אפסים מוחלף תמיד בדופק. קוטביות הדופק המחליף היא כזו שתיגרם "הפרה דו־קוטבית".

— אם האות החד־קוטבי המקורי מורכב מסדרה בעלת יותר מ־4 אפסים, תחולק הסדרה לקבוצות של 4 והכללים הנ"ל יושמו.

ציור 3 מתאר סדרה בינרית שקודדה לפי AMI ולפי HDB-3.

הקוד הדו־קוטבי התָּאִים (Compatible) בעל הצפיפות הגבוהה (CHDB), אשר הוצע ע"י Croisier (מקור 4) הינו הביטוי הכללי של קוד HDB, כלומר, אם מופיע רצף של n אפסים, יוחלף האפס ה־n+1 ע"י תו כדי להגדיל את תוכן העיתוי. האפס הראשון בסדרה של n+1 אפסים מוחלף ע"י תו




ציור 3 — סדרה בינרית מקודדת לפי AMI ולפי HDB-3.

(בהתאם לכללי AMI) ואילו האפס ה־$n+1$ מוחלף בתו בעל אותה קוטביות כמו התו המשודר האחרון. על המפענח לבחון שני פרמטרים: קודם כל, אם יש הפרת AMI, ואחר כך — מהו מספר האפסים המופיעים לפני הפרה זו, וזאת כדי לקבוע אם התו המשודר האחרון הינו תחליף אף הוא. כתוצאה מכך לא קיימת עוד האפשרות של פענוח מיידי, אולם התכונות האופייניות של הקוד שופרו.

**★ קודי גושים (Block Codes)**

כדי לספק אופיינים כלליים הדומים לקודים מסוג CHDB, ובו־בזמן לשפר את יעילות התמסורת, משתמשים בקודי־גושים. בשיטה זו מפרקים את המידע המועבר לגושים של n סיביות המתורגמות למלים של m סימולים (ככל האפשר בבסיס שאינו 2). הקודים החשובים ביותר הם מסוג 4B3T; בקוד כזה מומרות חבורות של 4 ספרות בינריות לחבורות של 3 ספרות טרנריות. הגוש המורכב מ־4 ספרות בינריות מציג $2^4=16$ מלות־קוד אפשריות, ואילו שלושת הסימולים הטרנריים המתאימים יכולים לספק $3^3=27$ צירופים.

היעילות של קוד כזה היא

$$E = \frac{4 \log 2}{3 \log 3}$$

הבעיה היא לזווג את החבורות הבינריות והטרנריות כדי להשיג את האופיינים המבוקשים, וזאת במימוש מעשי. בדומה, יעילותו של קוד מסוג 6B4T (6 ספרות בינריות ל־4 ספרות טרנריות) היא

$$E = \frac{6 \log 2}{4 \log 3}$$

וכן הלאה...

התרגום חזרה לשיטה הבינרית מבוצע באופן בלתי־תלוי בקוד ששימש לקידוד. במערכות כבלים קואקסיאליים הגיעו למימוש מעשי רק קודים בינרים וטרנריים, בגלל מגבלות המהדרים. במערכות סיבים אופטיים, בהן מבוצע השידור ע״י מפתוח (ON-OFF Keying) של מקור־האור, אפשר להשתמש רק בקודים בינריים.

**★ קודי ממשק (Interface Codes)**

מלבד קודי התמסורת והקודים לגילוי שגיאות ותיקונן, חשוב לציין את קודי הממשק. אלה אינם משמשים לתקשורת בין תחנות אלא להעברת מידע בין הכוננים שבאותה תחנה — אם כי קיימים מקומות בהם מרחקי התמסורת יכולים להגיע עד לכ־100 מטרים באותה תחנה. כמו־כן הם משמשים כעורקי ממשק (Interface Buses) לקשר עם מכשירי מדידה, כדי לצמצם ככל האפשר את בעיות התאימות (Compatibilty) כמו, לדוגמא, בציוד מתוצרת חברת Hewlett Packard.

הקוד מסוג ASCII (American Standard Code for Information Interchange) הינו בעל 7 סיביות, כלומר $2^7=128$ תוים, וסיבית שמינית נוספת משמשת לבדיקת הזוגיות — דבר המאפשר גילוי שגיאות במקלט.

בגלל המספר הרב של ממשקים אפשריים, חשוב שתרגום הקודים אל הקוד הבינרי וממנו יהיה פשוט, ומה גם שבמרחקים קצרים אין חשיבות מיוחדת ליעילות התמסורת. מובן שע״י סטנדרטיזציה של ממשקים אלה אפשר להבטיח תאימות בין המכשירים של יצרנים שונים.

עבור מערכות בעלות אפנון ראשוני (Primary Modulated) שוה קוד הממשק לקוד הקו, כדי למנוע ככל האפשר תרגומי קודים. במהירויות־סיביות גדולות יותר לא ניתן לפעול כך, מאחר שאמצעי תמסורת שונים (כבלים, גלים זעירים, סיבים אופטיים וכו׳) מחייבים תמסורת־קוד שונה, לכן הוסכם על HDB-3 קוד ממשק בגלל פשטותו (המהירויות הן 8.448 Mb/s ו־34.368Mb/s). למהירויות גבוהות יותר (139.368Mb/s) אין HDB-3 מתאים עוד, וזאת בגלל המהירויות הלוגיות הקשורות בכך. כאן הגיעו לשימוש בקוד המכונה CMI (Code Mark Inversion) שהינו קוד המתרגם מבינרי לבינרי, ושמו נובע מהרעיון שהוא דומה ל־AMI. בקוד זה מתורגמות ספרות בינריות לזוגות של סיביות, במהירות כפולה מהמהירות המקורית: 1 יהיה לסירוגין 11 או 00; 0 יהיה 01.

במשך השנים הומצאו והוצעו לשימוש קודים בינריים וטרנריים שונים, שכולם נועדו לאפשר תמסורת־מידע אמינה בזמן מינימלי.

**המקורות למאמר:**


1) P. Bylanski and D.G.W. Ingram — Digital Transmission Systems — IEE Telecommunications Series 4, 1976.
2) CCITT — Green Book, 1973, Vol. VIII — Data Transmission.
3) Communications International Vol. 5 No. 3, March 1978 — Codes for Digital Line Transmission — D.B. Waters.
4) A. Croisier — Introduction to Pseudo-Ternary Tranmission Codes — IBM Journal of Research and Development, 1970.
5) T. Brenig — Data Transmission for Mobile Radio — IEEE Transactions on Vehicular Technology Vol. VT—27 No. 3, August 1978.
6) Merwin W. Williard — Introduction to Redundancy Coding — IEEE Transactions on Vehicular Technology Vol. VT-27 No. 3, August 1978.
7) S. Stein and J. I. Jones — Modern Communications Principles — McGraw-Hill 1967.
8) M. Schwartz — Information Transmission, Modulation and Noise — McGraw-Hill 1970.
9) C. E. Shannon — Communication in the Presence of Noise — Proc. No. 37 IRE, 1949.
10) H. Nyquist — Certain Topics in Telegraph Transmission Theory — AIEE Transactions No. 47, 1928.

TEL AVIV UNIVERSITY אוניברסיטת תל-אביב

מרכז החישובים הבין אוניברסיטאי

18.3.91

F143

לכבוד

מהנדסת רוזליה בינס

<u>משרד התקשורת</u>

לגב' בינס שלום.

ברצוני להודות לך בשמי ובשם חברי, מנהלי מרכזי החישובים במוסדות להשכלה גבוהה, על הרצאתך המעניינת בנושא התפתחויות ברשתות תקשורת ועל רשת M.A.N, בעיקר.

אני משוכנע שהרצאתך תרמה רבות להבנת הצפוי בנושא דינמי וחשוב זה ויסייע לנו בגיבוש המדיניות האסטרטגית בתחום התקשורת.

בברכה ובתודה

אבי כהן

מנהל מחב"א

# הכינוס הארצי ה־25 לעיבוד נתונים

**הכינוס הארצי ה־21 של איגוד מנתחי מערכות לענ"א בישראל ועידת ירושלים ה־5 לטכנולוגיה של המידע**

**25-23 באוקטובר 1990, בניני האומה, ירושלים**

חל אביב, 11 בנובמבר 1990 סימוכין. 0553

לכבוד
גב' רוזליה בינס
השירות לטלויזיה בכבלים ולמינויים
משרד התקשורת
ת.ד. 13086
ירושלים

גב' בינס הנכבדה,

יש לנו הכבוד והזכות להודות לך על הרצאתך בנושא רשתות תקשורת אזוריות, במסגרת כינוס מחצית היובל של איל"א, בשיתוף עם הכינוס ה-21 של ארגון מנתחי מערכות לענ"א בישראל, אשר התקיים בבניני האומה בירושלים בתאריכים 25-23 באוקטובר 1990.

בהרצאתך תרמת רבות לקהילית אנשי המחשבים בארץ ואנו מצפים שתמשיכי ותתרמי בנושאים אלה גם בעתיד.

בכבוד רב,

עמירם שור
יו"ר הכינוס

ד"ר מנחם גוטרמן
יו"ר ועדת התכנית

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

איגוד ישראלי לעיבוד אינפורמציה

# ציון לשבח

מוענק בשנת תשמ"ט 1989

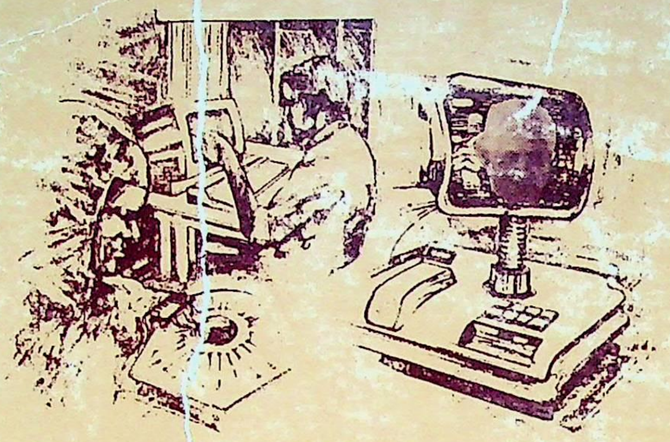
**לגב' רחליה בינס**

על מעורבותה ותרומתה להפצת ידע
והגברת המודעות לחידושים בטכנולוגיות
התקשורת ולהשלכותיהם על תחום
התקשוב ועל החברה בכלל

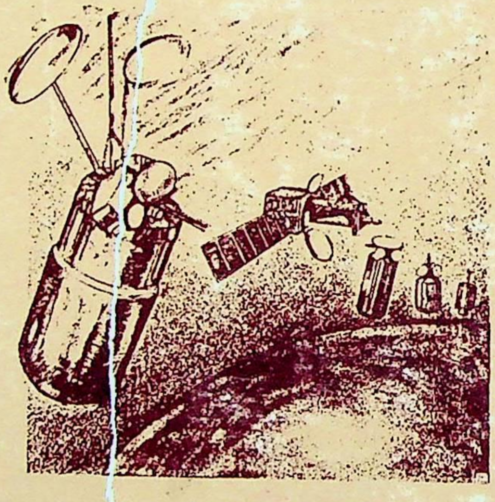
| | | |
|---|---|---|
| פרופ' יוסף רביב | פרופ' כתריאל בארי | ד"ר מיכה חנני |
| נשיא | יו"ר ועדת פרסים | יו"ר ההנהלה |

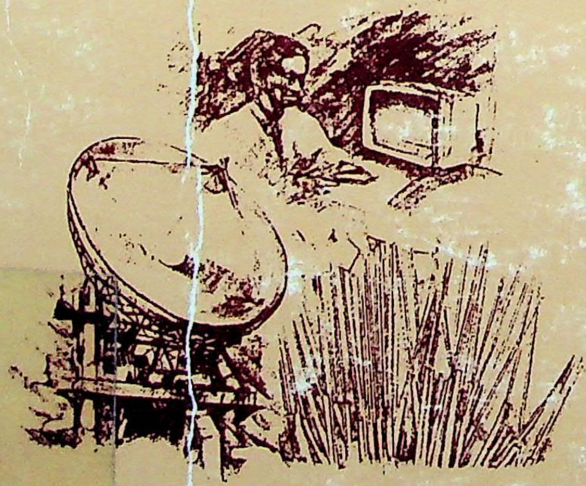
ירושלים, נובמבר 1989

אוניברסיטת חיפה
הספריה









רבוי שרותי התקשרת שפותחו בשנים האחרונות והמוצעים לקהל בקצב הולך וגובר מחייב אותנו יותר ויותר לעקב מקרוב אחר הטכנולוגיות החדשות והשרותים המתאפשרים הודות לכך.

הבולט בין התפתחויות אלו, הוא הקצב בו הן מתרחשות ועל כן נדרשים אנו להתמיד במעקב אחר המושגים החדשים. התקשורת הספרתית בשילוב עם המחשבים — תקשוב — חדרה לכל תחומי התקשורת ומהווה בסיס נוח לקליטת השרותים החדשים.

הספר החדש של גבי רוזליה בינס יתרום להחדרת חידושים אלה בין סטודנטים ובין כל המתעניינים.

מהנדס יעקב זיו
חבר .I.E.E
פרופ. אורח באוניברסיטה העברית בי־ם,
ולשעבר יועץ וסמנכ״ל הנדסי בחברת ״בזק״.

**אקדמון!**